



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

แบบสรุปย่อการวิจัย

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย/แผนงานวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) เรืออัตโนมัติที่เคลื่อนที่ตามจุดพิกัดที่กำหนด เพื่อใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

(ภาษาอังกฤษ) Autonomous way-point tracking surface vehicle for water quality analysis

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

1.2.1 ผู้อำนวยการแผนงาน

ชื่อ-สกุล: ดร. ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์

หน่วยงาน: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

ที่อยู่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี

จ. ปทุมธานี 12110

โทรศัพท์/โทรสาร: 0-2549-4415/0-2549-3432

E-mail: ppradya@gmail.com, pradya@alum.mit.edu

1.2.2 ผู้ร่วมงานวิจัย

ผู้ร่วมงานวิจัยคนที่ 1

ชื่อ-สกุล: ดร. ปาชาณ กุลวานิช

หน่วยงาน: กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่อยู่: กรมวิทยาศาสตร์บริการ 75/7 ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์/โทรสาร: 02-201-7388 / 02-201-7388

E-mail: pasan@fibo.kmutt.ac.th, pasan@dss.go.th

ผู้ร่วมงานวิจัยคนที่ 2

ชื่อ-สกุล: ดร. มนุศักดิ์ จานทอง

หน่วยงาน: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

ที่อยู่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี

จ.ปทุมธานี 12110

โทรศัพท์/โทรสาร: 0-2549-3430/0-2549-3432

E-mail: patnu@yahoo.com

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 งบประมาณที่ได้รับ 1,092,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัยตั้งแต่ 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ 11 กรกฎาคม 2554 ถึง 15 มกราคม 2556

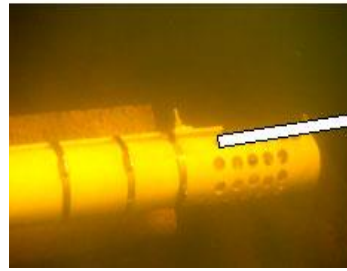
2. ความสำคัญและที่มาของปัญหานานวิจัย

การจัดการทรัพยากรน้ำและการพัฒนาแหล่งน้ำนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากน้ำจัดว่าเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการอุปโภคบริโภค และ ภาคการเกษตร และมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับประชาชนในเรื่องของความเป็นอยู่ แต่ปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมีผลกระทบร้ายแรงต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมโดยตรง สาเหตุอันเนื่องมาจากความผันผวนอันเกิดจากภาวะโลกร้อนและความแปรปรวนของสภาพอากาศ จึงทำให้ได้รับผลกระทบตามๆกัน จึงจัดว่าเป็นปัญหารุนแรงและสำคัญที่สุด

การตรวจวัดมลพิษทางน้ำ นับได้ว่าเป็นความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินสถานภาพมลพิษทางน้ำในแหล่งน้ำสำคัญต่างๆ ทั้งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน แต่แหล่งน้ำอีกแหล่งก็คือ คุณภาพน้ำทั้งจากแหล่งชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม เป็นต้น ซึ่งวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดมลพิษทางน้ำ เพื่อประเมินถึงสภาพของคุณภาพน้ำ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรน้ำ คุณภาพน้ำนั้นขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนในน้ำ ได้แก่แร่ธาตุต่างๆ สารเคมีและจุลินทรีย์ในน้ำ ทำให้น้ำมีคุณภาพต่างกันในเรื่องการบ่งบอกคุณภาพของน้ำ สามารถอาศัยการตรวจวิเคราะห์และทดสอบในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เราสามารถจำแนกน้ำออกเป็น 3 ลักษณะ คือ 1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ (physical quality) เป็นลักษณะของความสกปรกในน้ำที่ปรากฏให้เห็นได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า 2) คุณภาพทางเคมี (Chemical quality) เกิดจากแร่ธาตุสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำมักไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้การตรวจสอบด้วยวิธีการทางห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 3) คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย (Biological quality) เกิดจากจุลินทรีย์ที่เจือปนในน้ำ น้ำที่มีจุลินทรีย์มากมักจะเกิดมลพิษ ที่มีผลต่อสุขภาพโดยตรง อาจก่อให้เกิดโรคระบาดได้

การแบ่งเกณฑ์คุณภาพน้ำใช้ ดัชนีคุณภาพน้ำ ซึ่งเกณฑ์คุณภาพน้ำแบ่งได้เป็น 4 เกณฑ์ ได้แก่ ดีมาก ดี เสื่อมโทรม และเสื่อมโทรมมาก ซึ่งจะใช้คะแนนเป็นตัวแบ่งซึ่งได้มากจากการรวมคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี ได้แก่ pH, ออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ของแข็งทั้งหมด (TDS), แบคทีเรียกลุ่มฟีคัล (Feacal Coliform), ไนเตรท (NO₃), ฟอสเฟต (PO₄), ความขุ่น (Turbidity), อุณหภูมิ และ BOD เข้าด้วยกัน

ในประเทศแคนาดาได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติที่สามารถใช้งานแบบเครือข่าย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบคุณภาพน้ำและการรายงานโครงการสิ่งแวดล้อมแคนาดา การตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ นั้น จะประกอบด้วย หัว probe วัดคุณภาพน้ำแบบ multi parameter, เครื่องบันทึกข้อมูล, และ ระบบโทรมาตรที่ซับซ้อนและมีความสามารถในการสื่อสารที่ส่งข้อมูลในเวลาจริงไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ เครื่องบันทึกข้อมูลจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่องสำหรับสองหรือสามสัปดาห์ขึ้นไป ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจะบ่งบอกถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ค่า pH, ค่าความเค็มของน้ำ, ความขุ่น, และอุณหภูมิ การตรวจสอบประเภทนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถรวบรวม อนุกรมของข้อมูลตามเวลา ซึ่งมีคุณภาพน้ำเป็นตัวบ่งบอกแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงและสามารถใช้ในการเตือนภัยล่วงหน้า และ สามารถรายงานข้อมูลของคุณภาพน้ำให้กับผู้บริหารจัดการและประชาชนได้แบบ real-time บนอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังช่วยส่งข้อมูลให้กับโปรแกรมอื่น ๆ เช่นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำเพื่อพัฒนาเป็นระบบข้อมูลระดับชาติได้ นอกเหนือจากพารามิเตอร์ทางกายภาพที่วัดด้วยเซนเซอร์ ยังมีการปรับใช้เป็นหุ่นในปากของเฟรเซอร์เวอร์



รูปที่ 1. การติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ และการปรับใช้เซนเซอร์เป็นหุ่นในปากของเฟรเซอร์เวอร์

เครือข่ายของการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติใหม่จะช่วยส่งเสริมให้มีการบูรณาการของข้อมูลคุณภาพน้ำที่ดีขึ้นให้กับไซต์ที่มี hydrometric ติดตั้งอยู่ไปยังสถานีอุตุนิยมวิทยาของแคนาดา เพื่อบริการการตรวจสอบปริมาณและคุณภาพน้ำ การตั้งสถานีเหล่านี้จะช่วยในการดูแลและการให้ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสามารถใช้ร่วมกันรวมทั้งแคนาดา ระบบนี้สามารถประยุกต์ใช้งานภายในระบบสาธารณูปโภคได้เป็นอย่างดี แต่ว่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำ in-situ ด้วยระบบนี้ ในแม่น้ำ และ ลำธาร และ ทะเลสาบจะกระทำได้เพียงบางตำแหน่งที่ใกล้บริเวณชายฝั่งเท่านั้น ดังนั้นจะขาดข้อมูลในภาพรวมและข้อมูลแบบ dynamic ของคุณภาพน้ำอีกด้วย

จากตัวอย่างของการเก็บข้อมูลทางน้ำที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยต้องการพัฒนาและปรับปรุงเรืออัตโนมัติที่เคลื่อนที่ตามจุดพิกัดที่กำหนด เพื่อใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ที่ได้ใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ เพื่อสร้างและบูรณาการระบบขึ้นมาเพื่อบริหารจัดการงานสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้ในหลากหลายรูปแบบ ที่ต่อเนื่องจากโครงการเรืออัตโนมัติที่ขับเคลื่อนโดย podded propulsion ตามเส้นทางที่กำหนด เพื่อใช้เก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 ให้ที่สมรรถนะที่ดีขึ้นกว่าเดิม โดยจะเน้นในส่วน

1. จะพัฒนาให้ระบบควบคุมหรือระบบนำร่องแบบอัตโนมัติให้สามารถเคลื่อนที่ตามจุดพิกัดให้ได้แม่นยำขึ้น และ มีราคาที่ถูกลงกว่าระบบเดิม
2. จะพัฒนาและปรับปรุงระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ติดตั้งกับเรือและสามารถจัดเก็บได้ง่าย
3. จะนำระบบโทรมาตรที่ใช้การสื่อสารแบบไร้สายมาช่วยในการเก็บข้อมูลทางน้ำและรายงานข้อมูลคุณภาพน้ำให้ได้รวดเร็วแบบ real time

สืบเนื่องจากโครงการที่แล้ว คณะผู้วิจัยประสบกับปัญหาหลักในการพัฒนาระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติของเรือเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำนี้คือ ราคาของเซนเซอร์ (GPS และ IMU) ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบนำร่องนั้นมีราคาสูงมาก เนื่องจากเป็นเซนเซอร์ที่มีความแม่นยำค่อนข้างสูง แต่ทว่าในการพัฒนาไปใช้ในภาคสนามจริงนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาและปรับปรุงระบบนำร่องของเรือให้มีราคาถูกลง ซึ่งจะมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในภาคสนามจริงที่มีความเสี่ยงต่อการเสียหายของอุปกรณ์อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมและอุบัติเหตุที่อาจไม่ได้คาดการณ์ล่วงหน้า เช่น ความร้อนที่สูงมากในขณะปฏิบัติการที่อาจทำให้มีการเสียหายของตัวเซนเซอร์ หรือ การปะทะเข้ากับคลื่นแรงที่อาจทำให้เรือพลิกคว่ำได้ โดยเซนเซอร์ที่มีราคาถูกลงที่จะนำมาใช้ใหม่นี้จะมีความแม่นยำและประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าเซนเซอร์ที่ราคาแพงที่ใช้อยู่ในระบบนำร่องเดิม คณะผู้วิจัยเสนอแนวคิดที่จะใช้เทคนิคการบูรณาการของข้อมูล (sensor fusion) ที่ได้จากเซนเซอร์ GPS และ IMU ราคาถูกหลายๆตัวรวมกัน เพื่อ

ประมาณค่าของตำแหน่งและองศาการหันเหของเรือสำหรับระบบนำร่อง เพื่อให้ได้ความแม่นยำที่ใกล้เคียงกับเซนเซอร์ที่ราคาแพง

ระบบควบคุมเรือในโครงการที่แล้วได้พัฒนาไว้เป็น 2 ระบบ คือ ใช้ในรูปแบบควบคุมระยะไกลโดยผู้ปฏิบัติการ และใช้ในรูปแบบควบคุมอัตโนมัติ ในโหมดอัตโนมัติจุดพิกัดที่ต้องการให้เรือเคลื่อนที่ผ่านจะถูกกำหนดโดยผู้ปฏิบัติการไว้บนแผนที่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นระบบควบคุมแบบ PID สองลูปก็จะใช้ข้อมูลทิศทางของหัวเรือและระยะทางจากเรือไปยังจุดพิกัดที่ต้องการ แต่ทว่าผลการทดลองทั้งในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และในภาคสนาม แสดงให้เห็นว่าเส้นทางการเคลื่อนที่ของเรือในโหมดอัตโนมัติที่ควบคุมด้วย PID 2 แบบสองลูป ยังมีความคลาดเคลื่อนที่สูงและเรือจะไม่เคลื่อนที่ผ่านจุดพิกัดแต่จะอ้อมจุดพิกัดที่ต้องการ เนื่องจากมุมที่ใช้ในการป้อนกลับของระบบควบคุมจะมีค่ามากเมื่อเรือเคลื่อนที่เข้าใกล้จุดพิกัดเป้าหมาย ดังนั้นคณะผู้วิจัย มีความประสงค์ที่จะพัฒนาระบบควบคุมแบบ observer ร่วมกับ PID เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการเคลื่อนที่ ซึ่งจะส่งผลให้การตรวจวัดคุณภาพน้ำ ณ จุดที่ต้องการมีความแม่นยำมากขึ้น และ มีความทนต่อคลื่นรบกวนภายนอกได้ดีอีกด้วย

นอกจากนั้น คณะผู้วิจัยต้องการพัฒนาและปรับปรุงระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่เน้นการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลของน้ำ ณ จุด (In-Situ) ด้วยเรืออัตโนมัติ โดยที่จะทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง, ค่าความเค็ม และ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยที่จะออกแบบระบบการนำหัว probe วัดคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับความลึกที่ต้องการโดยใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติเข้ามาช่วย และสามารถจัดเก็บหัว probe เข้ากับตัวเรือเมื่อไม่ต้องการใช้งาน และ คณะผู้วิจัยจะได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการจัดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำ ซึ่งในปัจจุบันระบบสื่อสารระยะไกลได้มีการนำไปอย่างแพร่หลาย เพื่อตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็วทันต่อสถานการณ์

ในการใช้เรืออัตโนมัติเพื่อเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ ณ จุด (In-Situ) ในโครงการนี้จะมีข้อดีกว่าการตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบที่มีอยู่ในปัจจุบันดังนี้

1. การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำสามารถทำได้ในพื้นที่กว้างมากขึ้น และสามารถปฏิบัติงานได้นานขึ้นกว่าการใช้เรือขนาดเล็กโดยมีเจ้าหน้าที่ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ
2. ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้จะมีความหลากหลายกว่าแบบเก่าหรือได้ข้อมูลที่เป็น Dynamic มากขึ้นแทนที่จะเป็นข้อมูลแบบ Static อันเนื่องมาจากการขาดการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำ
3. ช่วยลดงบประมาณในการสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำต่างๆในระยะยาว
4. ในขณะที่ผู้ใช้จะได้รับความสะดวกในการปฏิบัติหน้าที่มากขึ้น ภาระงานน้อยลงเนื่องจากหลายภาระงานถูกแปลงเป็นขั้นตอนอัตโนมัติเช่นการอ่านและบันทึกข้อมูล การบังคับเรือพาหนะ โดยไม่ต้องออกไปเผชิญกับภาวะภายนอกที่ไม่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน
5. ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงานลงโดยเฉพาะในสภาพอากาศที่แปรปรวนหรือสภาพแวดล้อมที่มีสารพิษตกค้างเยอะ

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเรือที่เคลื่อนที่ได้โดยอัตโนมัติ ที่สามารถใช้เก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ หรือ เขื่อน
2. เพื่อพัฒนาและสร้างต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำที่มีความลึกโดยเฉลี่ย มากกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตร โดยที่ตัวอย่างน้ำจะถูกเก็บจากที่

ผิวน้ำและที่ระดับความลึก 1 เมตร จากผิวน้ำ (เพื่อสอดคล้องกับ ความต้องการของ Thailand National Environment Board)

3. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมหรือระบบนำร่องแบบอัตโนมัติที่สามารถบังคับเรือให้เคลื่อนที่ตามจุดพิกัดที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ
4. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ติดกับเรือให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คือ สามารถควบคุมระดับความลึกได้แบบอัตโนมัติ และสามารถส่งถ่ายข้อมูลของคุณภาพน้ำมายังคอมพิวเตอร์บนฝั่งได้แบบ ณ จุด โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
5. เพื่อพัฒนาระบบนำร่องอัตโนมัติของเรือเก็บตัวอย่างน้ำ โดยจะเน้นการ บรูณาการของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ GPS และIMU หลายๆตัวเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ค่าประมาณของตำแหน่งและองศาการหันเหของหัวเรือที่จะใช้สำหรับควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเรือ ไปตามพิกัดที่กำหนดไว้ได้อย่างแม่นยำ

4. ระเบียบวิธีการวิจัย

แผนการบริหารงานเพื่อศึกษาและพัฒนาเรืออัตโนมัติเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระยะใหญ่ๆซึ่งจะดำเนินการโดยทีมงาน ดังนี้

1) ระยะที่ 1: 1-3 เดือน :

- a. พัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในโหมดอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการควบคุมแบบ observer โดยนักศึกษาปริญญาโทและนักวิจัย
- b. ออกแบบโครงสร้างระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่จะติดตั้งกับเรือที่สามารถจัดเก็บได้ง่าย โดยนักศึกษาปริญญาตรี
- c. ศึกษาข้อมูลของวัสดุอุปกรณ์เซนเซอร์ และ ระบบโทรมาตร พร้อมทั้งสอบถามราคา โดยนักวิจัย

2) ระยะที่ 2: 3-6 เดือน :

- a. จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์เพื่อนำมาสร้างระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำและ ระบบโทรมาตร โดยนักวิจัย และ นักศึกษาปริญญาโท
- b. เริ่มสร้างระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยกลุ่มนักศึกษาปริญญาตรี ในความดูแลของคณะนักวิจัย
- c. ออกแบบและทดสอบระบบการบูรณาการของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ IMU และ GPS ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยนักศึกษาปริญญาโทและนักวิจัย
- d. ศึกษาการทำงานข้อระบบโทรมาตร พร้อมทั้งทดลองการส่งถ่ายข้อมูลผ่านระบบไร้สาย

3) ระยะที่ 3: 6-9 เดือน :

- a. ทดสอบระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ ร่วมกับ ระบบโทรมาตร ที่ติดตั้งบนเรือเพื่อส่งถ่ายข้อมูลคุณภาพน้ำแบบ real-time โดยนักศึกษาปริญญาโทและตรี และนักวิจัย
- b. นำระบบการบูรณาการของข้อมูลเซนเซอร์มาทดสอบกับเรือและระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในโหมดอัตโนมัติ โดยกลุ่มนักศึกษาปริญญาโท ในความดูแลของคณะนักวิจัย
- c. นำเสนอผลงานที่ได้โดยการตีพิมพ์ในบทความวิชาการ

4) ระยะที่ 4: 10-12 เดือน :

- a. ทำการทดสอบระบบต่างๆให้ทำงานเข้าด้วยกัน และทำการปรับปรุงแก้ไขทุกระบบ โดยกลุ่มนักศึกษาปริญญาโทและตรี

- b. นำเรืออัตโนมัติที่ได้พัฒนาเรียบร้อยแล้วไปทดสอบใช้งานจริง ในแม่น้ำ หรือ อ่างเก็บน้ำ
- c. สรุปผลการดำเนินงาน โดยนักวิจัย และ นักศึกษาปริญญาโท
- d. เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ โดยคณะนักวิจัย

5. ผลการวิจัย

เรือคายัคที่ควบคุมแบบอัตโนมัติและระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ณ เวลาจริงได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เพื่อจุดประสงค์ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำให้เป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยไม่ต้องส่งผู้ปฏิบัติการลงไปด้วยพร้อมกับเรือ และ ผู้ปฏิบัติการที่ออกไปดำเนินการในภาคสนามทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเลนั้นจะใช้เพียง 3-4 คน เท่านั้น การออกแบบและสร้างและปรับปรุงประสิทธิภาพของเรืออัตโนมัติเพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำนี้ ต้องใช้การบูรณาการของเทคโนโลยีในหลายๆ ด้านเข้าด้วยกัน กล่าวคือ

1. ในการสร้างและพัฒนาปรับปรุงระบบโดยรวมของเรืออัตโนมัติ จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ ได้ดังนี้ คือ

i. ระบบกลไกการควบคุมการบังคับเลี้ยวของ podded propulsion ที่ประกอบไปด้วยมอเตอร์ขับเคลื่อน (thruster) ที่ทนการกัดกร่อนของน้ำทะเล และ มอเตอร์บังคับเลี้ยว (heading motor) ที่หุ้มอยู่ในโครงสร้างที่กันน้ำและสามารถยกพับเก็บให้ขนานกับท้ายเรือได้ เพื่อให้เรือคายัคนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในทะเลได้

ii. ระบบระบายความร้อนอากาศสำหรับห้องเก็บอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ภายในเรือ โดยการใช้พัดลมช่วยในการดูดอากาศที่ร้อนออก และมีช่องนำอากาศที่มีสารดูดความชื้นติดตั้งอยู่เพื่อช่วยนำอากาศจากภายนอกเข้ามาหมุนเวียน

iii. ระบบหุ่นช่วยการทรงตัว เพื่อเพิ่มเสถียรภาพในการทรงตัวหรือกันการโคลงของเรือหรือพลิกคว่ำของเรือ เมื่อนำไปปฏิบัติการในทะเลที่คลื่นลมมาประทะ และ จะไม่เพิ่มแรงต้านในการเคลื่อนที่จากน้ำเมื่อไม่ใช้งาน

iv. ระบบตรวจวัดความลึกของแหล่งน้ำโดยใช้เซนเซอร์คลื่นเสียง (Echo Sounder) เพื่อช่วยบ่งบอกถึงความลึกในแหล่งน้ำที่ปฏิบัติการ

2. ระบบนำร่องของเรือที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยการบูรณาการข้อมูลจากเซนเซอร์ GPS ที่ให้ค่าพิกัดตำแหน่ง เข้ากับ ข้อมูลจากเซนเซอร์ Accelerometer ที่ให้ค่าความเร่งและเซนเซอร์ Gyroscope ที่ให้ค่าอัตราเร็วเชิงมุมในการเคลื่อนที่ โดยใช้เทคนิค Extended Kalman Filter เพื่อให้ได้ค่าประมาณของตำแหน่งและองศาการหันเหของหัวเรือและความเร็วในการเคลื่อนที่ๆจะใช้สำหรับควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเรือคายัคแบบอัตโนมัติ

3. ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ตามจุดพิกัดที่กำหนดแบบอัตโนมัติของเรือคายัค (kayak) ที่ขับเคลื่อนด้วย podded propulsion ถูกพัฒนาและปรับปรุงโดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับตัวแปรสถานะ (Full-State Feedback) ร่วมกับตัวสังเกตการณ์สถานะ (Observer) และ ทำการเปรียบเทียบการจำลองการเคลื่อนที่โดยใช้สมการพลศาสตร์ (ทางคณิตศาสตร์) เพื่อศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเรือก่อนนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

4. ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ โดยสามารถวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ค่าความเค็มของน้ำ จากจุดพิกัดต่างๆที่ต้องการและที่ระดับความลึกที่ไม่เกิน 5 เมตร โดยข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้นี้จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบ 3G ไปยัง Web Server หรือ คอมพิวเตอร์ของผู้ปฏิบัติการ ได้แบบ ณ เวลาจริง (real time)

เรือคายัคที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถควบคุมได้ 2 ระบบ คือ ใช้การแบบควบคุมระยะไกลผ่านคลื่นวิทยุโดยผู้ปฏิบัติการ และใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติ ในโหมดอัตโนมัติ จุดพิกัดในการเคลื่อนที่จะถูกกำหนดโดยผู้ปฏิบัติการในโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเรือ จากนั้นระบบควบคุมแบบป้อนกลับตัวแปรสถานะที่ได้พัฒนาขึ้น ก็จะพยายามรักษาเส้นทางการเคลื่อนที่ของเรือให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดพิกัดสองจุดโดยการปรับหัวเรือให้เข้าสู่เส้นตรงนี้เสมอ แต่ในการนำเรือคายัคที่ควบคุมแบบอัตโนมัติไปใช้งานได้ในคลองหรือแม่น้ำจริงนั้นจะกระทำได้อย่างยากเนื่องจากมีอุปสรรคสิ่งกีดขวางมากมาย เช่น อวน ยอ กอผักตบชวา และ สะพานไม้ที่เตี้ย ซึ่งอุปสรรคเหล่านี้ไม่ได้ถูกกำหนดไว้หรือที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า จากประสบการณ์ในการลงพื้นที่เพื่อการสำรวจคลองจริงนั้นยังจำเป็นต้องพึ่งการควบคุมผ่านคลื่นวิทยุโดยผู้ปฏิบัติการ แต่ถ้าเป็นการสำรวจรอบชายฝั่งทะเลที่มีอุปสรรคสิ่งกีดขวางที่น้อยนั้นการใช้งานของระบบควบคุมแบบอัตโนมัตินั้นจะมีความเหมาะสมมากกว่า ซึ่งก็ยังคงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาระบบหลบหลีกสิ่งกีดขวางเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้ระบบการควบคุมสามารถหลบอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวาง เช่น เรือ หรือ หุ่นในทะเล ได้ ซึ่งควรที่จะใช้ Sonar หรือ Laser Range Finder ในการตรวจจับวัตถุในเส้นทางการเคลื่อนที่เพื่อที่จะวางแผนปรับเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่ได้ล่วงหน้า ก่อนที่จะเข้าใกล้สิ่งกีดขวางต่างๆ

ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ที่ใช้งานบนเรือนี้ การตรวจวัดคุณภาพน้ำจะสามารถปล่อยหัววัดคุณภาพน้ำไปยังความลึกที่กำหนด โดยจะมีการจัดเก็บสายไฟฟ้าของหัววัดคุณภาพน้ำเพื่อป้องกันการพันกันของสายไฟระหว่างการใช้งาน ระบบที่มีความสามารถที่จะช่วยบรรเทาและลดภาระงานของนักวิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ติดไปกับเรือแล้ว ประโยชน์การใช้งานของเรือคายัคนี้ก็ได้จำกัดเพียงการตรวจวัดคุณภาพน้ำเพียงอย่างเดียว อุปกรณ์เสริมที่ติดกับเรื่อนั้นจะรวมถึงเครื่องวัดแบบคลื่นเสียง (echo sounder) เพื่อใช้ในการวัดความลึกของร่องน้ำ โดยจะนำข้อมูลที่ได้นี้จะมีประโยชน์ใช้ช่วยในการคำนวณหาปริมาตรรวมของแหล่งน้ำต่างๆจากการประมวลผลภายหลังได้

6. ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากโครงการวิจัย

คณะผู้วิจัยมีความประสงค์จะนำเรืออัตโนมัตินี้ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กที่สามารถติดตั้งไปกับเรือคายัคได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำหรือเพื่อช่วยลงไปสำรวจสภาพแวดล้อมใต้น้ำ โดยการถ่ายภาพใต้น้ำทั้งในแหล่งน้ำที่เป็นน้ำจืดหรือน้ำเค็มก็ได้ และ ส่งข้อมูลภาพมาให้แบบ real-time สำหรับการสำรวจบริเวณผิวน้ำที่ลึกนั้นจะกระทำโดยผ่านการควบคุมระยะไกลจากผู้ปฏิบัติการที่อยู่บนเรือเองหรือที่อยู่บนฝั่งผ่านสายที่เชื่อมต่อระหว่างเรือและหุ่นยนต์ดำน้ำขนาดเล็กนี้

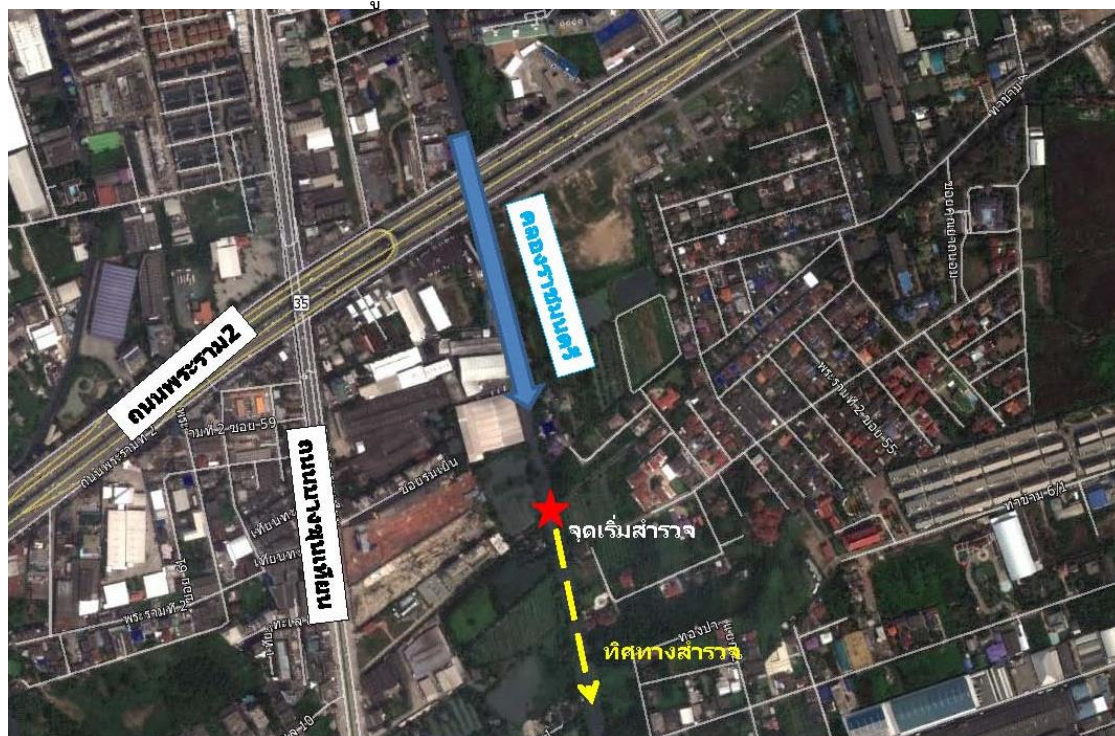
ปัญหาสำคัญอีกประเด็นหนึ่งที่ประสบในการนำเรือคายัคนี้ไปประยุกต์ใช้งานในภาคสนามจริงคือ แหล่งพลังงานที่จะใช้กับระบบขับเคลื่อนแบบ podded propulsion นั้นเป็นระบบไฟฟ้าซึ่งจะจ่ายจากแบตเตอรี่แบบ deep-cycle ที่สามารถให้พลังงานได้อย่างต่อเนื่องนานเฉลี่ยได้น้อยประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วจะต้องนำเรือคายัคเข้าเทียบท่าเพื่อทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ ดังนั้นถ้าสามารถนำแหล่ง

พลังงานอื่นที่มีอัตราการเก็บพลังงานต่อหน่วยได้มากกว่าแบตเตอรี่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน หรือ เป็นแหล่งพลังงานอื่นที่สามารถนำมาแปลงเป็นกระแสไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับระบบไฮบริดที่มีการใช้พลังงานน้ำมันควบคู่ไปกับมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำให้สามารถปฏิบัติงานได้เป็นระยะทางที่ไกลหรือทำงานได้เป็นระยะเวลานานขึ้นก็จะสามารถช่วยลดเวลาในการทำงานจริงโดยลดจำนวนครั้งที่นำเรือเข้าเทียบท่าลง

7. การนำไปใช้ประโยชน์

เนื่องมาจากภาวะวิกฤตน้ำท่วมประเทศไทยครั้งใหญ่ในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนปี 2554 ที่ เป็นเวลานาน วิธีที่จะช่วยระบายน้ำในกรุงเทพและปริมณฑลไปลงสู่ทะเลได้อย่างรวดเร็วเพื่อลดความเดือดร้อนของประชาชน นั้นต้องอาศัยแม่น้ำลำคลองเพื่อช่วยระบายได้ให้เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว แต่ว่าแม่น้ำลำคลองส่วนใหญ่ในนั้นอาจมีการตื้นเขินเป็นบางตำแหน่งหรือบางช่วงอันเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ ดังเช่น การสะสมของตะกอนหรือขยะ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเรืออัตโนมัติที่ติดตั้งเซนเซอร์คลื่นเสียงโซน่าที่ใช้ในการวัดระดับความลึกของน้ำไปช่วยในการระบุตำแหน่งที่เกิดการตื้นเขินในคลอง เพื่อที่จะได้ดำเนินการขุดลอกคลองในเฉพาะจุดที่มีความตื้นเขินมากได้ทันทั่วทั้งที่ เพื่อจะได้สูบน้ำออกจากบริเวณที่เดือดร้อนจากภัยน้ำท่วมและระบายน้ำออกสู่ทะเลได้อย่างรวดเร็ว

ในวันที่ 14 พฤศจิกายน 2554 คณะผู้วิจัยร่วมกับสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำเรืออัตโนมัติไปลงสำรวจในคลองราชมนตรีดังในรูปที่ 2 และ 3 โดยวัดระดับความลึกของคลอง โดยทั่วไปจะมีความลึกเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 2.5-3 เมตร และ จากการสำรวจได้พบจุดตื้นเขินสามตำแหน่งในคลองราชมนตรี โดยได้ระบุจุดตื้นเขินในพิกัดละติจูดและลองจิจูด ดังนี้ (13.645057, 100.435512), (13.632519, 100.438111) ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้นี้จะนำไปช่วยในการขุดลอกคลองราชมนตรีในเฉพาะบริเวณที่ตื้นเขิน และ แก้ปัญหาการระบายน้ำได้รวดเร็วขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 2 ทิศทางการสำรวจคลองราชมนตรี



รูปที่ 3 การเตรียมนำเรืออัตโนมัติลงสำรวจในคลองราชมนตรี



รูปที่ 4 จุดต้นเขินในตำแหน่งที่ ๑ บริเวณซอยเขื่อนทะเล ๕

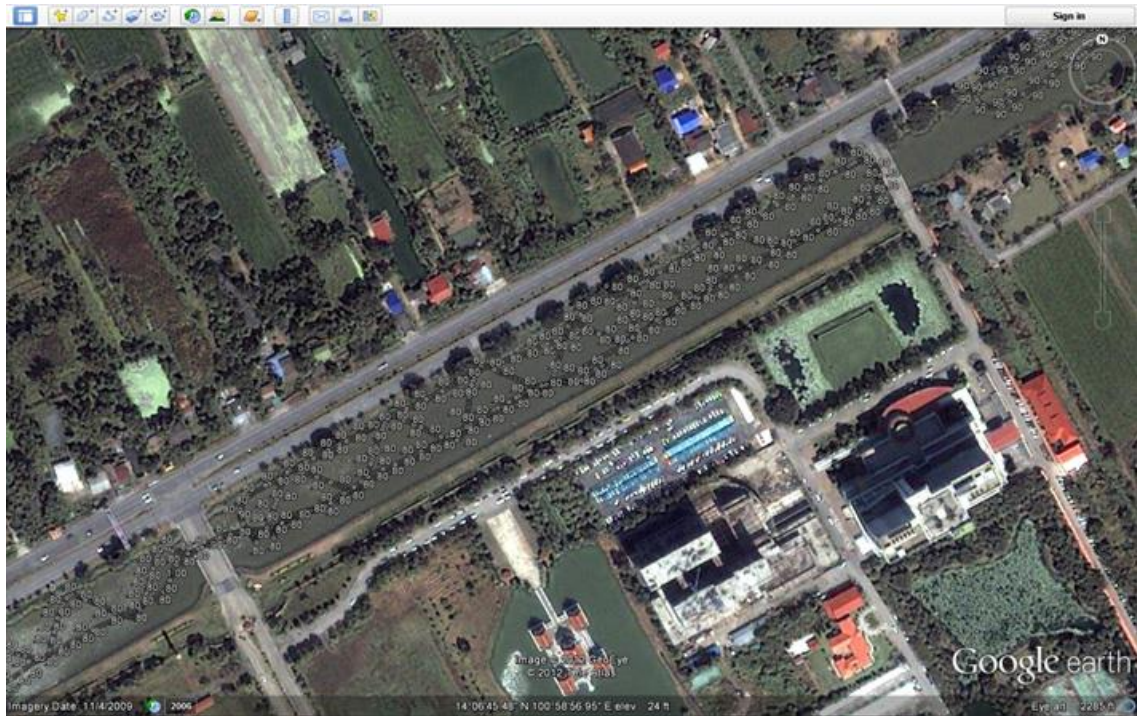


รูปที่ 5 จุดต้นเขินในตำแหน่งที่ ๒ บริเวณซอยเทียนทะเล ๑๕

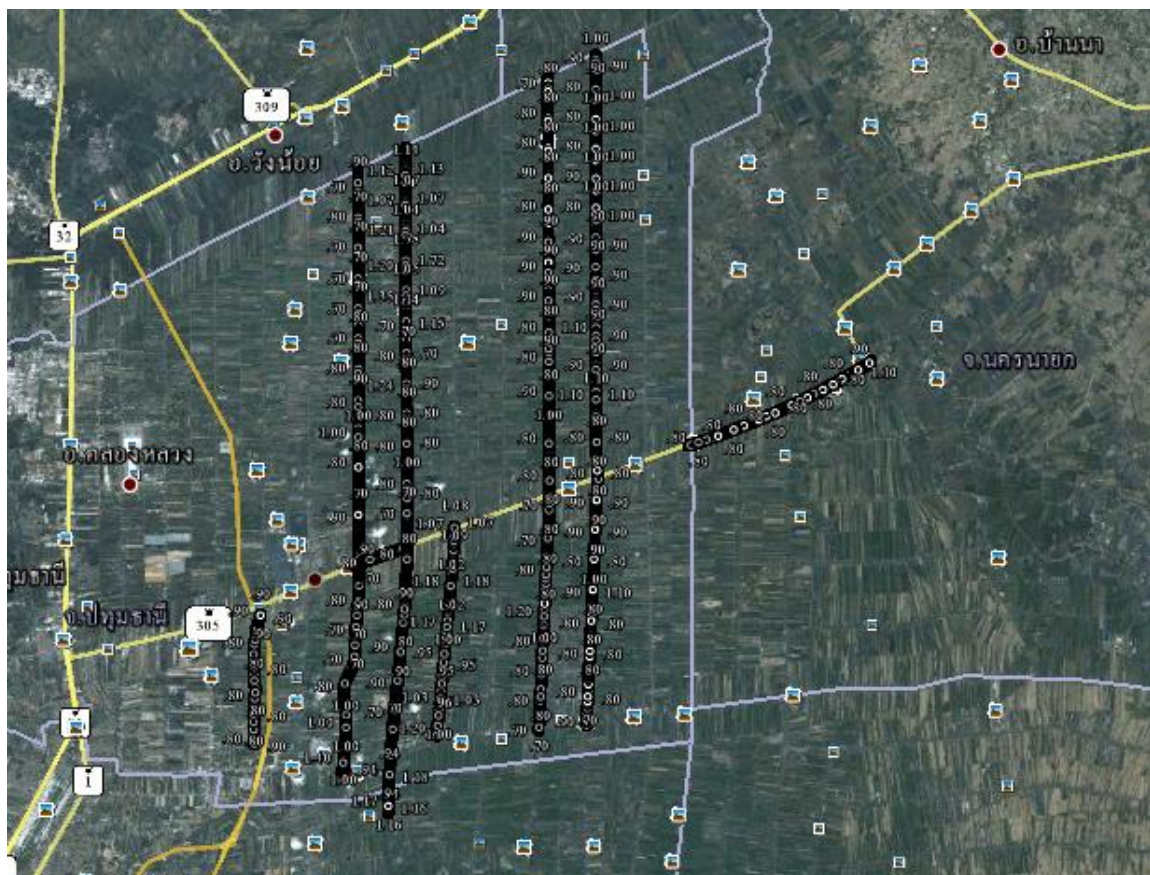


รูปที่ 6 การขุดลอกคลองราชมนตรีในบริเวณที่ต้นเขิน

นอกจากนั้นคณะผู้วิจัยได้ร่วมมือกับสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (Hydro and Argo Informatics Institute) เพื่อนำเรืออัตโนมัติที่ขับเคลื่อนโดย podded propulsion แบบอัตโนมัติไปใช้งานจริงในการสำรวจเพื่อหาลักษณะของคลองในกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล เพื่อให้ได้ข้อมูลของลักษณะของคลองต่างๆ และ นำข้อมูลเหล่านี้มาสร้างเป็นฐานข้อมูล เพื่อการบริหารจัดการน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการระบายน้ำรอบบริเวณกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล



รูปที่ 7 แสดงระดับความลึกของคลองรังสิตประยูรศักดิ์ใน Google Earth ที่เพื่อแสดงผลการออก
สำรวจที่ลงวัดความลึกจริง



รูปที่ 8 แสดงค่าความลึกที่ได้จากการลงสำรวจระดับความลึกของแต่ละคลองในจังหวัดปทุมธานีใน
Google Earth