



การวัดอัตราการไหลของน้ำและเครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับคลองในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

สมศักดิ์ กลั่นพจน์ วศ.ม.^{1*}

วิชัย สมบูรณ์ วศ.บ.²

ธิดา ศรีคช ปร.ด.³

¹ วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

² สำนักงานระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

* ผู้ติดต่อ, อีเมล: somsak.19492492@gmail.com

Vajira Med J. 2019; 63(3) : 185-94

<http://dx.doi.org/10.14456/vmj.2019.20>

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำและคัดเลือกให้เหมาะสมกับคลองในพื้นที่กรุงเทพมหานคร แล้วนำไปวัดอัตราการไหลของน้ำในคลองเพื่อประเมินหาอัตราการไหลสูงสุด โดยใช้คลองลาดพร้าวและคลองทวีวัฒนาเป็นคลองตัวอย่าง

วิธีดำเนินการวิจัย: ใช้เครื่องมือวัด 3 ชนิด ได้แก่ 1. Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) : River Ray 2. Electromagnetic : AEM1-D และ 3. Magnetic (FP-01 1212) ซึ่งยืมจากหน่วยงานราชการต่างๆ นำไปทดลองสอบเทียบกับเครื่องมือวัดในคลองประเภทของการประปานครหลวง ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ติดตั้งประจำได้มาตรฐานถูกต้อง จำนวน 2 จุด ที่มีสภาพต่างกัน เมื่อได้เครื่องมือที่ถูกต้องที่สุดแล้ว จึงนำไปใช้วัดอัตราการไหลในคลองตัวอย่างต่อไป การหาอัตราการไหลสูงสุดของคลองต้องทำการหาหน้าตัดตามขวางและความยาวของคลอง และเลือกตำแหน่งที่จะวัดอัตราการไหลตรงจุดที่เป็นคอขวดของคลอง ทำการวัดอัตราการไหลที่ระดับความสูงของน้ำต่างๆ กันเพื่อให้ได้กลุ่มข้อมูลเพียงพอในการสร้าง Rating Curve และการคำนวณด้วยสูตร Manning's Formula แล้วนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน

ผลการวิจัย: ปรากฏว่าเครื่องมือ ADCP ให้ผลถูกต้องใกล้เคียงกับเครื่องมือของการประปานครหลวง ใช้งานง่าย ให้ผลการวัดอัตราการไหลที่รวดเร็ว แต่ไม่สามารถใช้กับสภาพน้ำที่สกปรกมาก และคลองที่มีขยะวัชพืชลอยอยู่ในน้ำ คลองทวีวัฒนาเป็นคลองตรงความกว้างสม่ำเสมอ มีน้ำที่สะอาด ส่วนคลองลาดพร้าวความกว้างจะลดลงเนื่องจากการบุกรุกของบ้านเรือนที่อยู่ริมตลิ่ง มีขยะและตะกอนจำนวนมาก สภาพน้ำค่อนข้างสกปรก ผลการหาอัตราการไหลสูงสุด เปรียบเทียบระหว่างการหาโดย Rating Curve ที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือเทียบกับการคำนวณโดยใช้สูตร Manning's Formula ให้ผลแตกต่างกันไม่มาก

สรุป: เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดและลักษณะการไหลของน้ำ เพราะน้ำในกรุงเทพมหานครมีความสกปรกและขยะลอยน้ำ การหาอัตราการไหลสูงสุดโดยสูตรคำนวณให้ผลไม่แตกต่างกับการออกไปวัดจริงในสนามด้วยเครื่องมือวัด



FLOW RATE MEASUREMENT WITH PROPER INSTRUMENT FOR CANALS IN BANGKOK

Somsak Klanpoch M.Eng.^{1*}

Vichai Somboon B.Eng.²

Theeta Sricoth Ph.D.³

¹ Institute of Metropolitan Development, Navamindradhiraj University, Bangkok Thailand.

² Department of Drainage and Sewerage, Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok Thailand.

³ Faculty of Science and Health Technology, Navamindradhiraj University, Bangkok Thailand.

* Corresponding author, email address: somsak.19492492@gmail.com

Vajira Med J. 2019; 63(3) : 185-94

<http://dx.doi.org/10.14456/vmj.2019.20>

Abstract

Objective : To find the proper instrument for measuring the flow rate of canals in Bangkok and also to define the flow efficiency by maximum flow rate estimation in two major canals in Bangkok namely Klong Lat Prao and Klong Tawewattana.

Methods : Three kinds of flow rate measurement instruments used were ADCP : River Ray, Electromagnetic : AEM1-D, and Magnetic : FP-01 1212 which were borrowed / obtained from different authorities. These instruments were tested in 2 different stations in Klong Prapa. This was to find the most proper instrument to apply for the research.

To analyzing flow efficiency in canals was to survey the cross section and the longitudinal section (profiles) and then chosen the flow measurement station. In this research the measurement period tried to cover different flow situations in the 2 canals for each data measurement set. The estimation of flow efficiency was analyzed under 2 methods : the rating curve analysis and the Manning's Formula.

Results : The result identified the ADCP as the most proper instrument because its measurement gave the least different when compared with the existing standard flow instrument belonging to the Metropolitan Water Work Authority which provided easy and quick use for field work. For Klong Tawewattana, quantity and quality of water in canal provided better conditions for the measurement work than in Klong Lat Prao where the researcher could not work as well in a similar situation due do the accumulated sediment at the canal bottom along with floating debris garbage with caused problems to the instrument. Also, several areas of illegal housing obstructed the researcher's approach to the site. The estimation of flow efficiency in both canals was analyzed under 2 methods : the rating curve analysis and the Manning's Formula. Both methods provided not much difference in results of maximum flow rate in both canals.

Conclusions : The flow rate measurement instruments must be chosen to suit with the type and flow characteristics of water because canals in Bangkok are polluted and so many floating garbages. The flow rate estimation by Manning's Formula gives the acceptable results compare with results by measurement instruments.

Keywords : Flow Rate Measure, Rating Curve, Maximum Capacity of Canals in Bangkok

บทนำ

กรุงเทพมหานครแก้ไขปัญหาน้ำท่วมด้วยการทำระบบปิดล้อมพื้นที่สร้างคันป้องกันน้ำท่วมโดยรอบป้องกันไม่ให้น้ำหลากจากภายนอกไหลเข้ามา ส่วนฝนที่ตกลงภายในพื้นที่ก็จะระบายออกโดยผ่านท่อระบายน้ำและคลอง แล้วสูบน้ำออกด้วยเครื่องสูบน้ำ ในการระบายน้ำจึงจำเป็นต้องทราบอัตราการไหลสูงสุดของน้ำในคลอง เพื่อที่จะติดตั้งเครื่องสูบน้ำให้สมดุลกัน

การวัดอัตราการไหลของน้ำสูงสุดในคลองทำได้หลายวิธี เช่น โดยการวัดด้วยเครื่องมือที่ระดับความสูงของน้ำระดับต่างๆ แล้วนำมาสร้าง rating curve และด้วยวิธีคำนวณด้วยสูตร เป็นต้น ในการวิจัยจะทำการเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลสูงสุดของทั้งสองวิธีการดังกล่าว และทำการทดลองการใช้เครื่องมือเพื่อคัดเลือกเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมกับการใช้งานในคลองของกรุงเทพมหานคร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเครื่องมือวัดอัตราการไหล เพื่อเลือกให้เหมาะสมกับคลอง

1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหล คุณสมบัติของเครื่อง วิธีการใช้งาน จากสถาบันการศึกษา และจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.2 คัดเลือกเครื่องมือและสถานที่ที่จะใช้เป็นพื้นที่ในการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องมือ

1.3 หาสถานที่ในการทดสอบเครื่องมือโดยใช้คลองประปาเป็นสถานที่ทดสอบเครื่องมือ เนื่องจากคลองประปาเป็นคลองสะอาด และลำคลองตรง มีขนาดหน้าตัดสม่ำเสมอ และยังมีเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบอัตโนมัติของการประปาฯ ซึ่งได้ทำการ calibration เครื่องมือถูกต้อง สามารถนำมาใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบการทดสอบเครื่องมือได้ และได้กำหนดจุดทดสอบการใช้เครื่องมือ 2 จุด คือบริเวณสำแล อ.เมือง จ.ปทุมธานี ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดคลองใหญ่ และบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ถนนประชาชื่น จ.นนทบุรี ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดคลองเล็กกว่าประมาณครึ่งเท่าของที่สำแล

2. เนื่องจากกรุงเทพมหานครบริหารจัดการน้ำด้วยระบบปิดล้อม โดยแบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ ฝั่งตะวันออก

และฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา ในแต่ละฝั่งมีคลองสายหลักหลายสาย แต่จะเลือกคลองหลักที่ระบายน้ำจากแนวป้องกันน้ำท่วมด้านเหนือสู่ระบายน้ำสู่ทางใต้ ในการวิจัยนี้จึงได้เลือกคลองสอง คลองถนน คลองบางบัว คลองลาดพร้าว (เป็นคลองสายเดียวกัน) เป็นตัวแทนคลองในพื้นที่ฝั่งตะวันออก และคลองทวีวัฒนาเป็นตัวแทนคลองในพื้นที่ฝั่งตะวันตก

2.1 ศึกษาสภาพพื้นที่โดยทั่วไปและสำรวจหาพื้นที่หน้าตัด รวมทั้งระดับความสูงของพื้นที่ข้างเคียง ความลาดชันตลอดแนวเส้นคลอง

2.2 รวบรวมและประมวลค่าพื้นที่หน้าตัดคลองระดับตลิ่ง และความลาดชันของคลอง

2.3 สำรวจและกำหนดจุดติดตั้งไม้วัดระดับน้ำในคลอง

2.4 กำหนดจุดวัดอัตราการไหลของน้ำ

2.5 ทำการตรวจวัดข้อมูล

- วัดความเร็ว อัตราการไหล ณ จุดที่เลือกไว้ พร้อมอ่านค่าระดับน้ำตามจุดต่างๆ ที่ติดตั้งไม้วัดระดับน้ำ

- บันทึกข้อมูลที่ตรวจวัดได้

2.6 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหลจากสร้างกราฟ rating curve โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกจนพอเพียงสำหรับการวิเคราะห์

2.7 สอบถามเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องจากสำนักการระบายน้ำ และประชาชนที่อยู่ใกล้คลอง เพื่อหาข้อมูลเดิมของระดับความสูงของน้ำสูงสุดที่คลองรับได้ โดยไม่ทำให้เกิดน้ำล้นตลิ่งหรือท่วมพื้นที่ข้างเคียง

2.8 วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลอัตราการไหลของน้ำ โดยใช้ rating curve และสูตร Manning's Formula

ผลการวิจัย

1. การเลือกเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ

1.1 เครื่องมือที่เป็นที่นิยมและใช้กันแพร่หลาย โดยทั่วไป พบว่ามี 3 แบบ ได้แก่ 1. Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) : River Ray ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) 2. Electromagnetic : AEM1-D ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และ 3. Magnetic : FP-01 1212 ของสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร



เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ ประเภท Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) : River Ray



เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ ประเภท Electromagnetic : AEM1-D



เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ ประเภท Magnetic : FP-01 1212

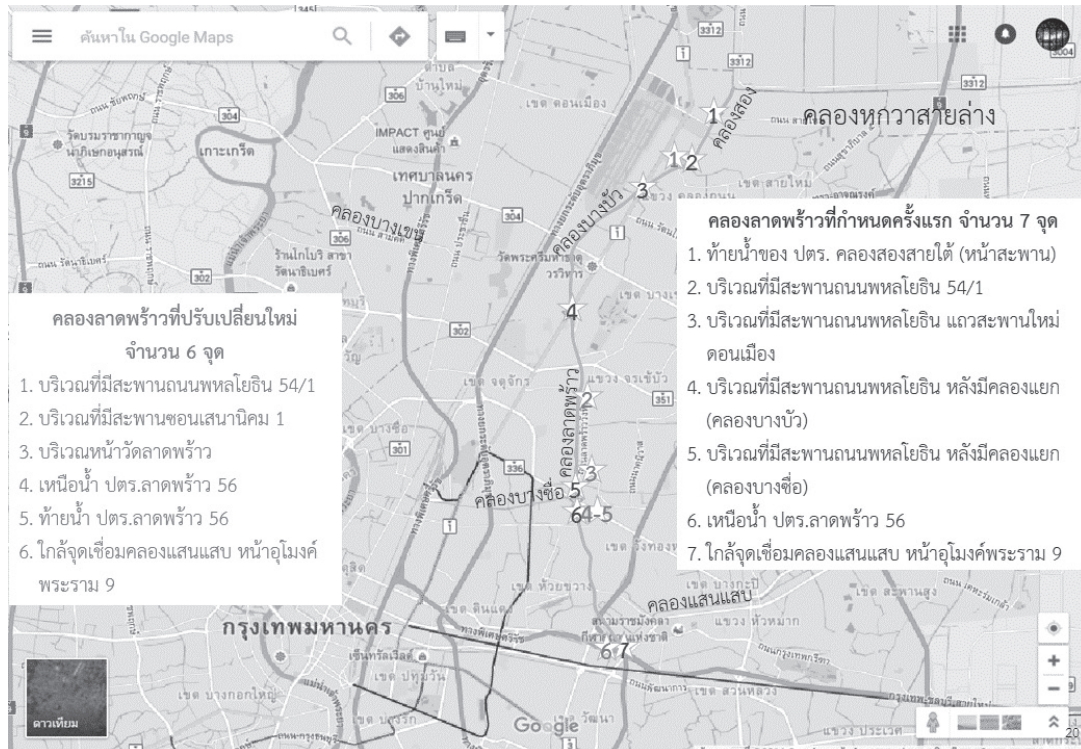
1.2 ผลการทดสอบเทียบเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด กับ เครื่องของการประปานครหลวง พบว่า เครื่องวัด ADCP (river ray) มีค่าความแตกต่างน้อยที่สุด และสามารถวัดได้ผลในแต่ละรอบในเวลารวดเร็ว รวมทั้งสามารถอ่านค่าที่ตรวจวัดได้ทันที ทั้งค่าอัตราการไหล ความเร็ว และพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ส่วนเครื่องมืออีกสองประเภท ต้องใช้เวลานานในการตรวจวัดแต่ละรอบ และต้องนำค่ามาคำนวณก่อนเนื่องจากการตรวจวัดค่าความเร็วเท่านั้น จะต้องวัดค่าความลึก และความกว้างของลำน้ำ เพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัด แล้วจึงคำนวณหาอัตราการไหล

2. การสำรวจสภาพทางกายภาพคลองสอง คลองถนน คลองบางบัว คลองลาดพร้าว (เป็นคลองสายเดียวกัน) และ คลองทวีวัฒนา

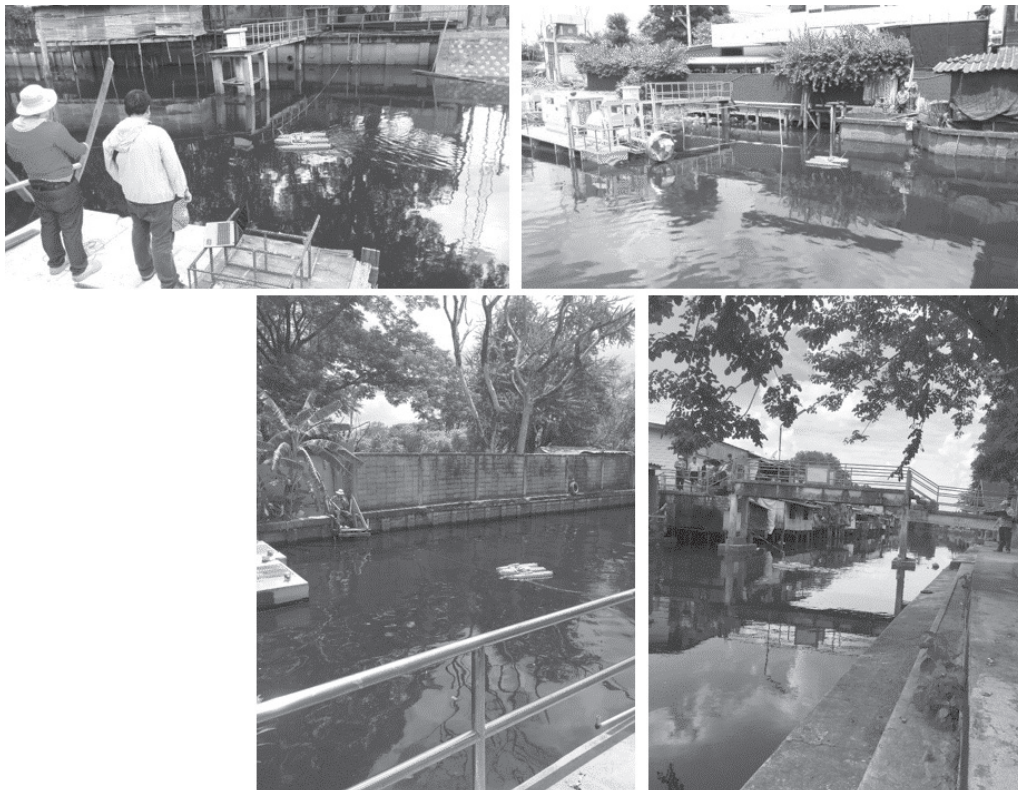
2.1 ผลการสำรวจพบว่า คลองสอง คลองถนน คลองบางบัว คลองลาดพร้าว เริ่มต้นจากคลองหกวา ไหลลงมาทางใต้จนบรรจบกับคลองแสนแสบมีความยาวทั้งสิ้น 25 กิโลเมตร ช่วงต้นจากคลองหกวาลงมาจนถึงถนนลาดพร้าวมีความยาว 21.5 กิโลเมตร มีความกว้างตั้งแต่ 50 เมตร ถึง 80 เมตร มีความลึก 3.0 เมตร ถึง 5.0 เมตร ช่วงตั้งแต่ถนนลาดพร้าวจนถึงคลองแสนแสบยาว 3.5 กิโลเมตร กว้างตั้งแต่ 14 เมตร (ช่วงปลายคลองใกล้จุดบรรจบคลองแสนแสบ) ถึง 45 เมตร (ช่วงกลางๆ บริเวณถนนประดิษฐ์มนูธรรม) มีความลึก 2.0 เมตร ถึง 4.0 เมตร

ช่วงตั้งแต่ถนนลาดพร้าวลงไปทางใต้ยาวประมาณ 350 เมตร และตรงปลายซอยลาดพร้าว 56 มีประตูระบายน้ำ กว้าง 6 เมตร ซึ่งเป็นจุดคอขวดขวางการไหลของน้ำ

จากการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมา plot หาความลาดชัน จะได้ค่าความลาดชัน 0.00003 หรือ 1:33,000



แผนผังจุดตรวจวัดค่าระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำในคลองลาดพร้าว



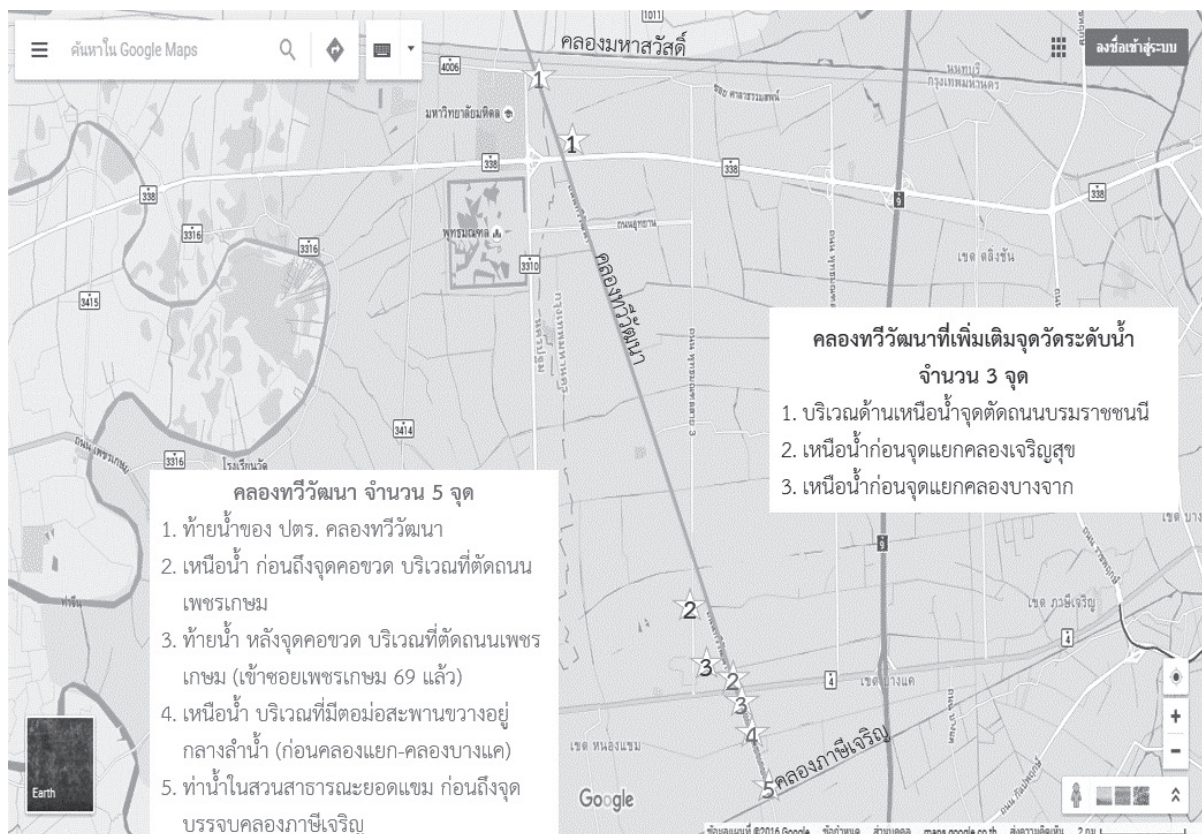
การตรวจวัดค่าระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำในคลองลาดพร้าว

การสำรวจบริเวณตลิ่งและพื้นที่ใกล้เคียง พบว่า บริเวณที่ต่ำๆ อยู่ตรงบริเวณถนนประเสริฐมนูกิจ กับบริเวณ วัดลาดพร้าว มีค่าระดับที่ +0.60 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก.) และจากการสอบถามเจ้าหน้าที่สำนักการระบายน้ำที่ควบคุมประตูระบายน้ำและสถานีสูบน้ำ พบว่าระดับน้ำวิกฤติที่จะทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมล้นตลิ่งคลองลาดพร้าว จะล้นตรงบริเวณช่วงถนนประเสริฐมนูกิจถึงวัดลาดพร้าวก่อนเป็นบริเวณแรก และในขณะเดียวกันระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำซอยลาดพร้าว 56 จะอยู่ที่ระดับ +0.40 เมตร (รทก.)

2.2 ผลการสำรวจคลองทวีวัฒนา พบว่า คลองทวีวัฒนาเริ่มจากคลองมหาสวัสดิ์ไหลลงทางใต้บรรจบคลอง

ภาษีเจริญ มีความยาวทั้งสิ้น 13.7 กิโลเมตร ช่วงแรกจากคลองมหาสวัสดิ์ถึงถนนเพชรเกษมยาว 11.7 กิโลเมตร กว้าง 24.0 เมตร ถึง 32.0 เมตร มีความลึก 2.5 เมตร ถึง 4.5 เมตร ช่วงตั้งแต่ถนนเพชรเกษมถึงคลองภาษีเจริญ ยาว 2.0 กิโลเมตร กว้าง 9.0 เมตร ถึง 16.0 เมตร มีความลึก 2.5 เมตร ถึง 3.0 เมตร จะเห็นได้ว่าคลองทวีวัฒนาช่วงตั้งแต่ถนนเพชรเกษมถึงคลองภาษีเจริญแคบและตื้นกว่าช่วงต้นมาก เพราะมีการสร้างซอยเพชรเกษม 69 ขนานล้ำเข้าในเขตคลองโดยตลอด

จากการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมา Plot หาความลาดชัน จะได้ความลาดชัน 0.00004 หรือ 1:25,000



แผนผังจุดตรวจวัดค่าระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ ในคลองทวีวัฒนา



การตรวจวัดค่าระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ ในคลองทวีวัฒนา

การสำรวจตลิ่งและพื้นที่ใกล้เคียงพบว่า บริเวณที่ต่ำๆ จะอยู่บริเวณซอยทวีวัฒนา 9 ถึงซอย ทวีวัฒนา 13 มีค่าระดับ +0.70 เมตร (รทก.) และจากการสอบถามเจ้าหน้าที่สำนักการระบายน้ำ พบว่า ระดับน้ำวิกฤติที่จะทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมล้นตลิ่ง จะล้นตรงบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณแรก และในขณะเดียวกันระดับน้ำที่ประตู ระบายน้ำทวีวัฒนาตรงจุดบรรจบคลองมหาสวัสดิ์จะอยู่ที่ระดับ +1.10 เมตร (รทก.)

2.3 การตรวจวัดระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ โดยเลือกวัดจุดที่มีพื้นที่หน้าตัดคลองแคบๆ หรือมีสิ่งกีดขวางทำให้การไหลได้น้อย ซึ่งจะเป็นจุดแสดงถึงประสิทธิภาพการไหลของคลอง

2.3.1 การตรวจวัดระดับน้ำและอัตราการไหลคลองสอง คลองถนน คลองบางบัว และคลองลาดพร้าว ได้ตั้งจุดวัดจำนวน 6 จุด คือ 1. บริเวณสะพานซอยพลโยธิน 54/1 2. บริเวณสะพานซอยเสนานิคม 1 3. บริเวณหน้าวัดลาดพร้าว 4. บริเวณเหนือน้ำของประตูระบายน้ำซอยลาดพร้าว 56 5. บริเวณท้ายน้ำของประตูระบายน้ำซอยลาดพร้าว 56 และ 6. บริเวณหน้าอุโมงค์ระบายน้ำพระราม 9 ก่อนถึงคลองแสนแสบ

2.3.2 การตรวจวัดระดับน้ำและอัตราการไหลคลองทวีวัฒนา ได้ตั้งจุดวัดจำนวน 8 จุด คือ 1. บริเวณท้ายน้ำของประตูระบายน้ำคลองทวีวัฒนา ตอนคลองมหาสวัสดิ์ 2. ด้านเหนือจุดตัดกับถนนบรมราชชนนี 3. ด้านเหนือจุดตัดคลองเจริญสุข 4. ด้านเหนือจุดตัดคลองบางจาก 5. ด้านเหนือจุดตัดถนนเพชรเกษม 6. ด้านใต้จุดตัดถนนเพชรเกษม 7. ด้านเหนือจุดตัดคลองบางแค และ 8. ก่อนจุดบรรจบคลองภาษีเจริญ

3. การหาประสิทธิภาพการไหลสูงสุดจาก rating curve การทำ rating curve ต้องเก็บข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่ฤดูกาลต่างๆ กัน เพื่อให้ได้ค่าระดับน้ำและอัตราการไหลที่แตกต่างกัน ในฤดูแล้งจะได้ระดับน้ำต่ำ อัตราการไหลน้อย ในฤดูฝนระดับน้ำสูง อัตราการไหลมาก

การหาอัตราการไหลสูงสุดจาก rating curve โดยใช้ระดับน้ำสูงสุดที่พอดีกับตลิ่ง น้ำไม่ล้นออกไปท่วมพื้นที่บริเวณใกล้เคียง ก็จะได้ประสิทธิภาพการไหลสูงสุดของคลอง

ค่าอัตราการไหลสูงสุดในคลองลาดพร้าวตรงบริเวณประตูระบายน้ำซอยลาดพร้าว 56 ที่อ่านได้จาก rating curve เท่ากับ 13.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ณ ระดับน้ำสูงสุด +0.40 เมตร (รทก.)

ค่าอัตราการไหลสูงสุดในคลองทวีวัฒนา ณ จุดระดับน้ำสูงสุด +1.10 เมตร (รทก.) ที่ท้ายน้ำของประตูระบายน้ำคลองทวีวัฒนา ตอนคลองมหาสวัสดิ์ ไม่สามารถหาค่าได้จาก rating curve เนื่องจากมีข้อมูลน้อยเกินไป ส่วนที่บริเวณก่อนถึงจุดบรรจบคลองภาษีเจริญ มีอัตราการไหลสูงสุดที่อ่านค่าได้จาก rating curve เท่ากับ 4.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ณ ระดับน้ำสูงสุด +0.69 เมตร (รทก.) โดยค่าระดับน้ำสูงสุด +0.69 เมตร (รทก.) หาได้จากค่าระดับน้ำ +1.10 เมตร (รทก.) ที่ประตูระบายน้ำคลองทวีวัฒนา แล้วคำนวณด้วยความลาดชัน 1:25,000 ลงไปหาระดับน้ำที่ปลายคลองช่วงบรรจบคลองภาษีเจริญระยะทาง 13.7 กิโลเมตร

4. การหาประสิทธิภาพการไหลสูงสุดโดยใช้สูตร Manning's Formula¹

สูตร Manning's Formula

$$Q = vA$$

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ ที่หาได้จากค่า A/P (เมตร)

A = พื้นที่รูปตัดลำน้ำ (ตารางเมตร)

P = ความยาวเส้นขอบเปียก (เมตร)

S = ค่าความลาดชันผิวน้ำ (หรือพื้นที่ท้องคลอง)

ได้จากการวัดสำรวจ

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องคลองไม่สามารถตรวจวัดได้ แต่ส่วนมากหนังสือทางด้านชลศาสตร์จะแสดงค่า n ตามชนิดของคลองประเภทต่างๆ² แต่เพื่อให้ได้ค่า n ของคลองที่ทำการวิจัยครั้งนี้ จึงนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดระดับน้ำและความเร็วของกระแสน้ำมาคำนวณย้อนกลับไปหาค่า n

การคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดของคลองโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นที่พอดีกบตลิ่ง น้ำไม่ล้นออกไปท่วมพื้นที่บริเวณใกล้เคียง เมื่อได้ระดับน้ำสูงสุดแล้ว จึงหาค่า A , P และ R ส่วนค่า S เป็นค่าคงที่ของคลองนั้นๆ

อัตราการไหลสูงสุดของคลองลาดพร้าว ที่ระดับน้ำสูงสุดตรงบริเวณประตูระบายน้ำปลายซอยลาดพร้าว 56 ที่ระดับ +0.40 เมตร (รทก.) จะได้ค่า $A = 45.6$ ตารางเมตร $P = 24.1$ เมตร $R = 1.89$ และ $S = 0.00003$

$$Q = \frac{1}{0.031} \times 45.6 \times 1.89^{\frac{2}{3}} \times 0.00003^{\frac{1}{2}}$$

$$= 12.32 \text{ cms}$$

อัตราการไหลสูงสุดของคลองทวีวัฒนา ที่ระดับน้ำสูงสุดตรงท้ายประตูระบายน้ำคลองทวีวัฒนา ตอนคลองมหาสวัสดิ์ ที่ระดับ +1.10 เมตร (รทก.) จะได้ค่า $A = 107.46$ ตารางเมตร $P = 36.63$ เมตร $R = 2.93$ และ $S = 0.00004$

$$Q = \frac{1}{0.098} \times 107.46 \times 1.89^{\frac{2}{3}} \times 0.00004^{\frac{1}{2}}$$

$$= 14.20 \text{ cms}$$

อัตราการไหลสูงสุดของคลองทวีวัฒนา ตอนปลายบรรจบคลองภาษีเจริญ ที่ระดับน้ำสูงสุด +0.69 เมตร (รทก.) จะได้ค่า $A = 26.5$ ตารางเมตร $P = 18.3$ เมตร $R = 1.45$ และ $S = 0.00004$

$$Q = \frac{1}{0.032} \times 26.5 \times 1.45^{\frac{2}{3}} \times 0.00004^{\frac{1}{2}}$$

$$= 6.71 \text{ cms}$$

วิจารณ์

1. เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ

1.1 เครื่องมือวัดความเร็วของน้ำหรือวัดอัตราการไหลของน้ำแต่ละชนิด จะได้ค่าความเร็วหรืออัตราการไหลไม่แตกต่างกันมากนัก เครื่องที่ใช้งานได้สะดวก และมีผลถูกต้องแม่นยำ ได้ค่าละเอียดและวัดกระแสที่มีความเร็วต่ำได้ ก็จะมีราคาแพงตามเทคโนโลยีของเครื่องมืออื่นๆ

1.2 ปัจจุบันได้มีเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำที่ติดตั้งโดยยึดติดที่ตลิ่งหรือใต้ท้องคลอง และสามารถบันทึกผลการตรวจวัดได้ตลอดเวลา โดยเครื่องมือแต่ละประเภทอาจเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นผู้ใช้งานต้องศึกษาคุณสมบัติของเครื่องมือและสภาพของพื้นที่ก่อนการใช้งาน

1.3 เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 3 ประเภท คือ ADCP : RiverRay, Electromagnetic : AEM1-D และ Magnetic : FP-01 1212 จากการทํางานวิจัยพบว่า เครื่องมือวัดประเภท ADCP เป็นเครื่องมือที่มีราคาแพงและมีคุณสมบัติเฉพาะในการตรวจวัด ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่ฝึกฝนมาแล้วในการใช้เครื่องมือ และต้องมีสภาพคลองและคุณภาพน้ำที่ดีพอที่จะไม่สร้างความเสียหายให้แก่หัววัดซึ่งจะต้องลากไปบนผิวน้ำ

2. การวัดอัตราการไหลของน้ำ

2.1 การหาอัตราการไหลของน้ำทำได้หลายวิธี เช่น ใช้เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า หรือคำนวณจากสูตรต่างๆ แต่การหาอัตราการไหลสูงสุดโดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลจะต้องรอน้ำเต็มความจุของคลอง ซึ่งโดยปกติแล้วไม่สามารถจะรอให้เกิดขึ้นได้ จำเป็นต้องวัดตามสภาพฤดูกาล แล้วนำกลับไปคิดคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุด

2.2 นอกจากจะใช้วิธีการตามผลการวิจัยครั้งนี้ ที่ใช้วิธี Rating Curve และสูตร Manning's Formula แล้ว ถ้าในลำน้ำมีประตูระบายน้ำก็ยังสามารถหาอัตราการไหลโดยสูตร ที่ใช้หลักการพลังงานที่เกิดจากความต่างของผิวน้ำด้านหน้า และด้านหลังบานประตูระบายน้ำ³ ซึ่งในการวิจัย

ครั้งนี้ ก็ได้ใช้คำนวณหาอัตราการไหลด้วยสูตรนี้เปรียบเทียบกับ

เมื่อ Q = อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

C_d = สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านบานระบาย

กรณี submerged flow

A = พื้นที่หน้าตัดของช่องเปิดได้ประตูระบายน้ำ (ตารางเมตร)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 เมตร/วินาที²)

Δy = ความต่างระหว่างระดับน้ำด้านในและด้านนอกประตูระบายน้ำ (เมตร)

ตาราง:

แสดงผลที่ได้จากการวัดและการคำนวณอัตราการไหลสูงสุด

พารามิเตอร์	คลองลาดพร้าว (บริเวณเหนือน้ำ ปตร. ลาดพร้าว 56)	คลองทวีวัฒนาช่วงคลอง มหาสวัสดิ์ - ถนนเพชรเกษม (บริเวณท้ายน้ำ ปตร.คลองทวีวัฒนา)	คลองทวีวัฒนาช่วงถนน เพชรเกษม - คลองภาษีเจริญ (บริเวณจุดบรรจบ คลองภาษีเจริญ)
A (m ²)	45.6	107.46	26.5
P (m)	24.1	36.63	18.3
R (m)	1.89	2.93	1.45
S	0.00003	0.00004	0.00004
n	0.031	0.098	0.032
V (m/s)	0.27	0.13	0.25
Qmax จาก Manning's Formula $Q = \frac{A}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$ (cms)	12.32	14.20	6.71
Qmax จากสูตรน้ำไหลผ่าน ประตูระบายน้ำ $Q = C_d A \sqrt{2g \Delta y}$ (cms)	10.46	15.19	ไม่มีประตูระบายน้ำ
Qmax จาก Rating Curve (cms)	13.5	หาไม่ได้ เนื่องจากข้อมูลน้อย	4.0

2.3 การหาอัตราการไหลของน้ำ โดยวิธี rating curve เหมาะสำหรับคลองที่ไม่มีอิทธิพลของท้ายน้ำ ที่จะทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นหรือต่ำลง (ระดับน้ำที่สูงขึ้นหรือต่ำลงต้องเกิดจากปริมาณน้ำที่ไหลมาจากต้นน้ำเท่านั้น)

2.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ที่คำนวณได้ในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าสูงกว่าค่าใน Text Book เพราะค่าความขรุขระที่ระบุใน Text Book เป็นค่าความขรุขระของผิวคลอง แต่ค่าที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นค่าความขรุขระของผิวคลองและสิ่งกีดขวางในคลองด้วย เช่น เศษวัสดุที่ตกอยู่ในคลอง และตอม่อสะพานที่กีดขวางการไหล

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ได้ทำการบันทึกระดับน้ำด้านหน้าและด้านท้ายประตูระบายน้ำไว้แล้ว จึงควรทำวิจัยหาค่าสัมประสิทธิ์ C_d ที่ใช้ในการหาอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำที่สร้างขึ้นแต่ละรูปแบบ เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องต่อไป

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะสำนักการระบายน้ำ ควรทำการหาอัตราการไหลสูงสุดในคลองที่เป็นคลองหลักในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อประโยชน์ในการระบายน้ำผ่านเข้ามาในพื้นที่ และส่งน้ำต่อไปยังสถานีสูบน้ำ

3. เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานภาคปฏิบัติของกรุงเทพมหานคร ควรมีส่วนร่วมในการทำวิจัยที่วิทยาลัยพัฒนามหาวิทยาลัยนวมินทราชิน เพื่อเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้สำเร็จได้ เนื่องจากได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่ของการประปานครหลวง สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นางสาวอมราพร จิตประไพ วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร ที่ได้มีส่วนร่วมในการดำเนินการทุกขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนสำเร็จด้วยดีตลอดเวลา คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก “มหาวิทยาลัยนวมินทราชิน” งบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2557

เอกสารอ้างอิง

1. Henderson FM. Open channel flow. New York : The Mac Millan Company; 1966. p.96.
2. Henderson FM. Open channel flow. New York : The Mac Millan Company; 1966. p.99.
3. Chow VT. Hand book of applied hydrology. New York : Mc Graw-Hill Book Company; 1964. p.7-47.