

การปรับปรุงโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับ การออกแบบคลองส่งน้ำ KKU-CANAL

วินัย ศรีอำพร¹⁾ ศุภชัย ตันติपालกุล²⁾ และศุภมิตร ตรีตั้งตระกูล²⁾

- 1) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- 2) นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการปรับปรุง และการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการออกแบบคลองส่งน้ำตาดคอนกรีต ชื่อ KKU-CANAL ที่เขียนบน Visual Basic 6.0 โดยปรับปรุงขึ้นจากโปรแกรมเดิมชื่อ CANAL และ CANAL 2.0 ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นคือ ให้เลือกใช้งานได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สามารถออกแบบหน้าตัดของคลองส่งน้ำได้โดยมีทางเลือก 3 วิธี เช่นเดียวกับโปรแกรมเดิม แต่เพิ่มความสามารถในการคำนวณปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้างในส่วนต่างๆ ของคลองส่งน้ำซึ่งประกอบด้วย งานถางป่าขุดตอและเปิดหน้าดิน งานดินร่องแกน งานบดอัดบนคลองพร้อมชุดใส่คลอง งานถนนลูกรัง งานคอนกรีต งานปลูกหญ้าด้านข้างคลอง และงานดินตัด-ดินถม พร้อมทั้งงานอาคารประกอบตามแนวคลองเช่น ท่อลอดใต้คลอง สะพานข้ามคลอง อาคารท่อน้ำพร้อมบานระบาย และท่อส่งน้ำเข้านา

An Improvement of KCU-CANAL Computer Program for Canal Design

Winai Sri-Amporn* Supachai Tantipalkul** and Supamit Tritangtrakul**

* Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
Khon Kaen University 40002

** Undergraduate Students, Department of Civil Engineering, Faculty of
Engineering, Khon Kaen University 40002

Abstract

An improvement of a computer program for concrete lining canal design called KCU-CANAL is presented. The program, had been improved from the two previous programs namely, CANAL, and CANAL 2.0, based on Visual Basic 6.0. The improved program had both Thai and English in the same version. There were 3 choices of calculation method for canal section design as same as the previous programs. This program was capable to estimate the required materials and construction cost for every component of a canal. The construction cost items were including, land clearing, cut and fill, earth core of canal, compaction and shape cutting, road, concrete work, slope protection, and canal accessories such as culvert, bridge, check structure, and farm turn-out etc.

บทนำ

การออกแบบคลองส่งน้ำจะประกอบด้วย การออกแบบหน้าตัดของคลองซึ่งส่วนใหญ่จะออกแบบให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูหรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การวางแผนของที่เหมาะสม และการออกแบบรูปตัดตามยาว (longitudinal profile) ซึ่งในการออกแบบดังกล่าวจำเป็นต้องใช้การลองผิดลองถูก (trial and error) ดังนั้น จึงควรพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมา เพื่อช่วยประหยัดเวลาในการออกแบบคลองส่งน้ำและให้ผลการคำนวณที่แม่นยำมากขึ้น บทความนี้เสนอการปรับปรุงและการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบคลองส่งน้ำ KCU-CANAL โดยปรับปรุงขึ้นจากโปรแกรมเดิมชื่อ CANAL และ CANAL 2.0 ให้สามารถเลือกใช้งานได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และสามารถคำนวณปริมาณงาน และราคาค่าก่อสร้างส่วนต่างๆ ของคลองส่งน้ำได้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อกำหนดและสมการพื้นฐาน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ KCU-CANAL สำหรับการออกแบบคลองส่งน้ำที่ปรับปรุงขึ้นนี้เขียนบน Visual Basic 6.0 โดยใช้ข้อกำหนดและค่าคงที่ต่างๆ ตามมาตรฐานของกรมชลประทานเช่น ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning เท่ากับ 0.018 สำหรับคลองตาดคอนกรีต ค่าความลาดด้านข้างของคลองเท่ากับ 1 : 1.5 (แนวดิ่ง : แนวราบ) ความหนาของคอนกรีตที่ใช้ตาดคลองเท่ากับ 6 เซนติเมตร ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบอยู่ระหว่าง 0.2–3.0 เมตร/วินาที และค่าความลาดตามยาวตามความเหมาะสมหรือตามสภาพพื้นที่ ในการออกแบบหน้าตัดของคลองส่งน้ำโปรแกรมนี้ได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกวิธีการคำนวณได้ 3 วิธี ตามความเหมาะสมของพื้นที่และตามสภาพการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยวิธีการออกแบบหน้าตัดทางชลศาสตร์ที่ดีที่สุด (the best hydraulic section) วิธีการออกแบบโดยกำหนดค่าความลาดด้านข้างของคลอง และวิธีการออกแบบโดยกำหนดค่าทั้งความกว้างของกันคลองและค่าความลาดด้านข้างของคลอง ซึ่งหน่วยที่ใช้ในโปรแกรมคือหน่วยระบบ SI สมการหลักที่ใช้ในการออกแบบคลองส่งน้ำมี 2 สมการคือ

- 1) สมการของ Manning เป็นสมการใช้ในการคำนวณอัตราการไหลในทางน้ำเปิด สำหรับหน่วยระบบ SI สมการนี้จะอยู่ในรูปของ

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \quad (1)$$

- โดยที่ Q = อัตราการไหลในคลองส่งน้ำ มีหน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที
 n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง (Manning's roughness coefficient)
 R = รัศมีทางชลศาสตร์ (Hydraulic Radius) มีหน่วยเป็นเมตร = A/P
 A = พื้นที่รูปตัดขวางของรางเปิดที่น้ำไหลผ่าน มีหน่วยเป็น ตารางเมตร
 P = ความยาวของเส้นขอบเปียก (wetted perimeter) มีหน่วยเป็นเมตร
 S = ความลาดชันของเส้นพลังงาน (slope of energy line, สำหรับ Uniform flow สามารถใช้ความลาดตามยาวของผิวน้ำและท้องน้ำได้)

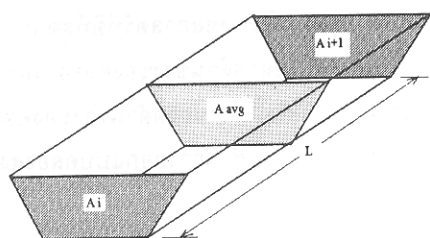
ในการออกแบบหน้าตัดเชิงชลศาสตร์ที่ดีที่สุดคือ หน้าตัดที่มีความยาวของเส้นขอบเปียกน้อยที่สุด นั่นคือ สำหรับคลองรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีค่า $A = 1.73y^2$, $b = 1.15y$, $P = 3.46y$, $R = 0.5y$ และความกว้างของผิวน้ำเท่ากับ $2.31y$ (French, 1985)

- 2) สมการ Trapezoidal Formula ซึ่งนิยมใช้ในการหาปริมาตรของงานดินที่

จะใช้ทำถนน หรือคลองส่งน้ำ ซึ่งมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ตัวอย่างของหน้าตัดคลองส่งน้ำที่ใช้ในการคำนวณปริมาตร ดังแสดงในรูปที่ 1 มีสมการอยู่ในรูปของ

$$V_i = \frac{(A_i + A_{i+1})L}{2} \quad (2)$$

โดยที่ V_i คือ ปริมาตรระหว่างสถานีที่ i และ $i+1$, V_i คือพื้นที่หน้าตัดของสถานีที่ i , A_{i+1} คือ พื้นที่หน้าตัดของสถานีที่ $i+1$, และ L คือ ระยะทางระหว่างสถานีทั้งสอง

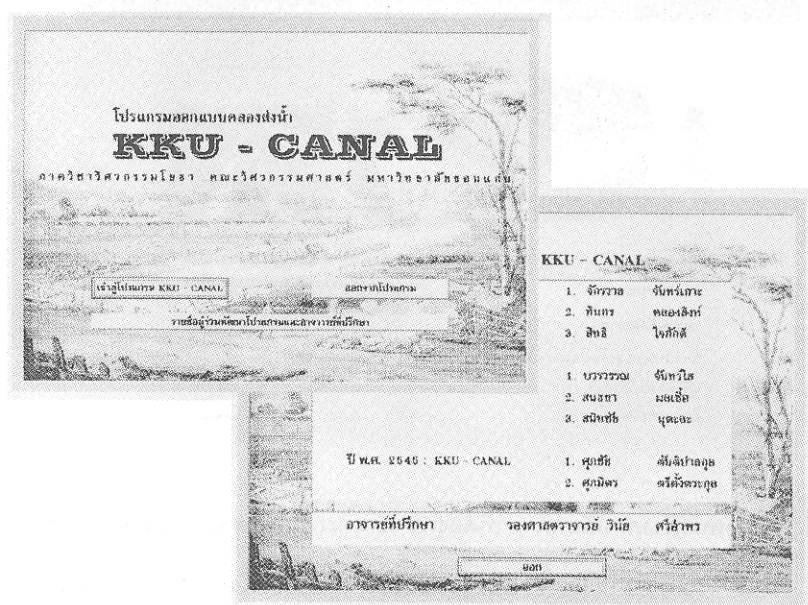


รูปที่ 1 แสดงการหาหน้าตัดเฉลี่ยของคลองส่งน้ำ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
ที่จะใช้คำนวณปริมาตรดิน

การทำงานของโปรแกรม KCU-CANAL

โปรแกรมออกแบบคลองส่งน้ำ KCU-CANAL เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับออกแบบคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต เพื่อให้ได้หน้าตัดที่เหมาะสมและสามารถส่งน้ำได้ในปริมาณที่ต้องการ การทำงานของโปรแกรมประกอบด้วย 3 ส่วนคือ การออกแบบหน้าตัดคลอง การออกแบบรูปตัดตามยาว และการประมาณการค่าก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานดังนี้

- 1) เมื่อเริ่มเปิดโปรแกรมจะปรากฏหน้าต่างแรก ซึ่งมีปุ่มให้ผู้ใช้เลือกที่จะเข้าสู่โปรแกรมหรือออกจากโปรแกรม และมีปุ่มให้เข้าไปดูรายชื่อนักศึกษาผู้ที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาโปรแกรมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และอาจารย์ที่ปรึกษา ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม และหน้าต่างแสดงรายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาโปรแกรม

- 2) เมื่อเลือกปุ่มเข้าสู่โปรแกรมแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกภาษาที่ต้องการใช้คือภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ แล้วกรอกข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ ซึ่งประกอบด้วยชื่อโครงการ สถานที่ และผู้รับผิดชอบโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งจะมีปุ่มย้อนกลับ และเข้าสู่การคำนวณ
- 3) เมื่อคลิกปุ่มเข้าสู่การคำนวณ จะเข้าสู่หน้าต่างที่ให้เลือกวิธีการคำนวณ เพื่อกำหนดแบบหน้าตัดของคลองส่งน้ำ โดยมีให้เลือก 3 วิธี คือวิธีการออกแบบหน้าตัดทางชลศาสตร์ที่ดีที่สุด วิธีการออกแบบโดยกำหนดค่าความลาดด้านข้างของคลอง และวิธีการออกแบบโดยกำหนดทั้งความกว้างของกันคลองและความลาดด้านข้างของคลอง
- 4) เมื่อเลือกวิธีการคำนวณแล้วให้คลิกปุ่มตกลง ระบบจะเข้าสู่หน้าต่างการคำนวณเพื่อกำหนดแบบหน้าตัดคลองส่งน้ำตามวิธีที่ได้เลือกไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งแต่ละวิธีจะต้องป้อนค่าต่างๆ ที่จำเป็นต่อการคำนวณ โดยมีค่าพื้นฐานที่จะต้องป้อนคืออัตราการไหล และความลาดตามยาวของคลอง แล้วให้กดปุ่มคำนวณก็จะเข้าสู่หน้าต่างแสดงผลการคำนวณ



รูปที่ 3 แสดงหน้าต่างการเลือกภาษาที่ต้องการใช้ และการกรอกรายละเอียดของโครงการ

- 5) ผลการคำนวณออกแบบจะแสดงในหน้าต่างแสดงรายละเอียดของคลอง ดังแสดงในรูปที่ 5 ภายในหน้าต่างนี้จะมีปุ่มให้เลือกที่จะย้อนกลับ เปลี่ยนวิธีการคำนวณ หรือจะออกแบบรูปตัดตามยาวของคลอง ต่อไป
- 6) เมื่อผู้ใช้งานต้องการจะออกแบบรูปตัดตามยาว ให้คลิกปุ่มออกแบบแนวคลอง ก็จะปรากฏเป็นหน้าต่างออกแบบแนวคลองส่งน้ำ ภายในหน้าต่างนี้จะมีส่วนที่ให้ป้อนข้อมูลของแต่ละสถานี ซึ่งประกอบด้วยชื่อสถานี ระยะทาง และระดับดินเดิม เมื่อป้อนจนครบทุกสถานีแล้วให้คลิกปุ่มคำนวณ ก็จะเข้าสู่หน้าต่างที่ให้เลือกความกว้างของถนนเลียบบคลอง และความกว้างของขานคลอง ดังแสดงในรูปที่ 6

โปรแกรมการออกแบบคลองส่งน้ำ KCU - CANAL

การออกแบบหน้าตัดของคลองส่งน้ำ

การคำนวณโดยใช้ค่าตั้งของค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด

ค่าเฉลี่ยทางน้ำ: 0.05 หน่วย: วินาที
 ค่าเฉลี่ยทางน้ำ: 0.002 หน่วย: วินาที

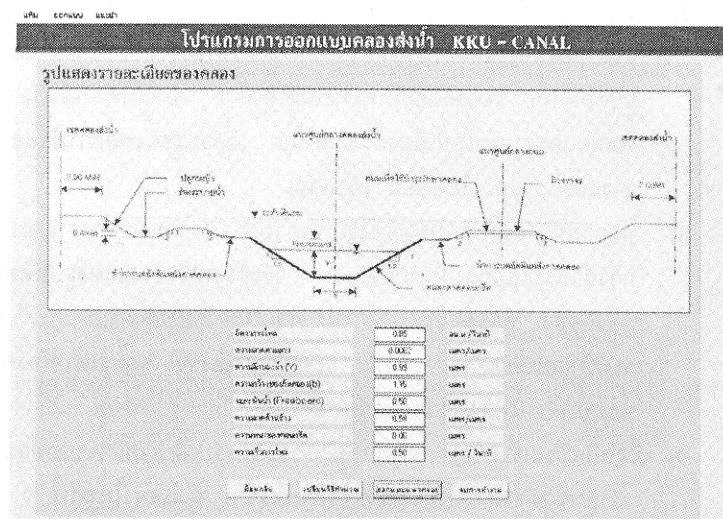
คำนวณ

ผลการคำนวณ

ความลึกน้ำ: 0.99 เมตร
 ความกว้างของคลอง: 1.15 เมตร
 ความเร็วน้ำ: 0.50 เมตร/วินาที
 ความลาดชันน้ำ: 0.50 เมตร/เมตร
 ความลาดชันคลอง: 0.05 เมตร/เมตร
 ความเร็วทางน้ำ: 0.50 เมตร/วินาที

แสดงผลการคำนวณ

รูปที่ 4 การกรอกข้อมูลสำหรับการออกแบบ โดยใช้วิธีออกแบบหน้าตัดทางชลศาสตร์ที่ดีที่สุด



รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดผลการออกแบบหน้าตัดของคลองส่งน้ำ

โปรแกรมการออกแบบคลองส่งน้ำ KRU - CANAL

การออกแบบแนวคลองส่งน้ำ

รายละเอียดข้อมูลในการออกแบบ

เงินลงทุน (ล้านบาท) 10.00 (ค่าเงิน 254-07-07)

ปีงบประมาณ 27 สบ.ค.

ค่าที่ดิน ค่าเวนคืน ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท) 22

ข้อมูลเพิ่มเติมในการคำนวณ :

ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย 2.00 0.00 เมตร

ค่าเฉลี่ย 1.00 1.00 เมตร

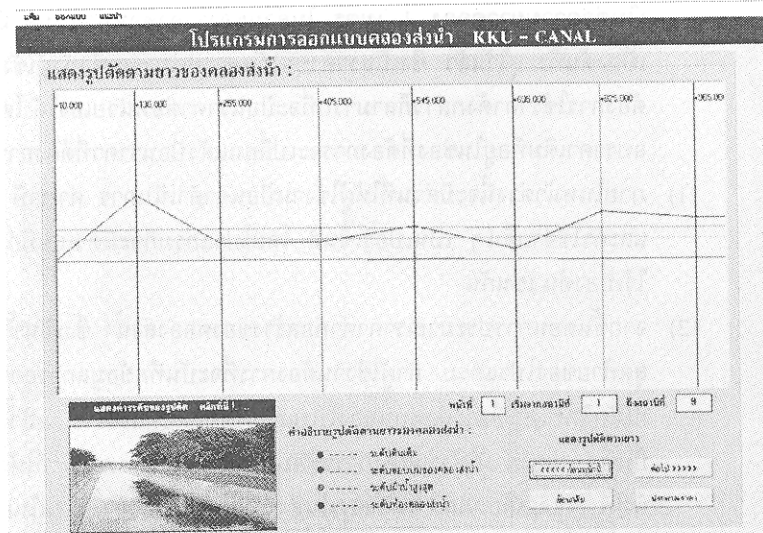
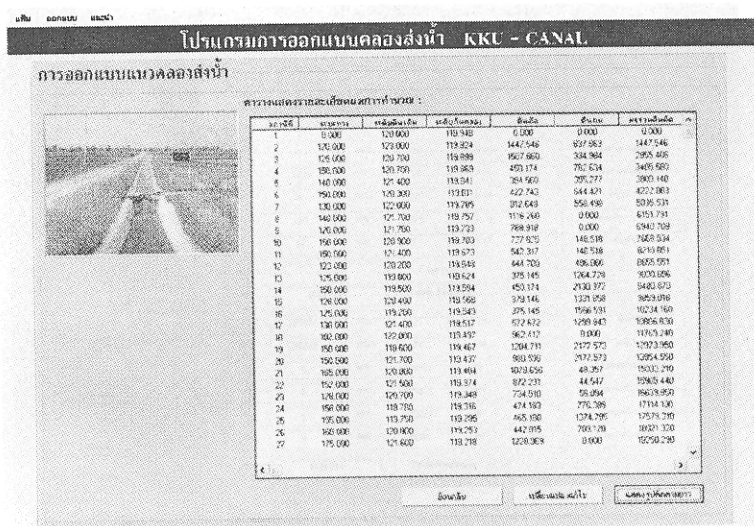
คลิก คำนวณ

สถานี	ขนาด	ขนาดเดิม (ม.)
1	0.00	1.00
2	1.00	1.00
3	1.00	1.00
4	1.00	1.00
5	1.00	1.00
6	1.00	1.00
7	1.00	1.00
8	1.00	1.00
9	1.00	1.00
10	1.00	1.00
11	1.00	1.00
12	1.00	1.00
13	1.00	1.00
14	1.00	1.00
15	1.00	1.00
16	1.00	1.00
17	1.00	1.00
18	1.00	1.00
19	1.00	1.00
20	1.00	1.00
21	1.00	1.00
22	1.00	1.00
23	1.00	1.00
24	1.00	1.00
25	1.00	1.00
26	1.00	1.00
27	1.00	1.00



รูปที่ 6 การกรอกข้อมูลของแต่ละสถานี การกำหนดความกว้างของถนน และขนาดคลอง

- 7) เมื่อคลิกปุ่มคำนวณ จะเข้าสู่หน้าต่างรายละเอียดผลการคำนวณออกแบบแนวคลอง ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยที่โปรแกรมจะทำการคำนวณเพื่อวางรูปตัดตามยาวของคลองที่เหมาะสมที่สุดคือ เป็นรูปตัดที่มีปริมาตรของดินตัดและดินถมใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งจะแสดงผลการคำนวณในตารางแสดงรายละเอียดผลการคำนวณ
- 8) ต่อจากนั้น เมื่อคลิกปุ่มแสดงรูปตัดตามยาว (จากหน้าต่างรายละเอียดผลการคำนวณออกแบบแนวคลอง) จะเข้าสู่หน้าต่างแสดงรูปตัดตามยาวของคลอง ดังแสดงในรูปที่ 8 ภายในหน้าต่างนี้จะแสดงระดับดินเดิม ระดับขอบบนของคลองส่งน้ำ ระดับผิวน้ำสูงสุด และระดับท้องคลองส่งน้ำ ทุกสถานีตลอดความยาวของคลอง
- 9) เมื่อคลิกปุ่มประมาณราคาจากหน้าต่างแสดงรูปตัดตามยาวของคลอง ก็จะเข้าสู่หน้าต่างการประมาณราคาก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 9 ภายในหน้าต่างนี้จะแสดง ปริมาณงาน ราคาต่อหน่วย และจำนวนเงิน โดยจะแบ่งงานก่อสร้างออกเป็นส่วนๆ คือ งานทางป่าขุดต่อและเปิดหน้าดิน งานดินร่อนแกลน งานบดอัดบนคลองพร้อมชุดไส้คลอง งานถนนลูกรัง งานคอนกรีต งานปลูกหญ้าด้านข้างคลอง งานดินตัด งานดินถม ตลอดจนอาคารประกอบอื่นๆ ของคลองเช่น ท่อลอดใต้คลอง สะพานข้ามคลอง อาคารท่อน้ำพร้อมบานระบาย และท่อน้ำเข้านา เป็นต้น



โปรแกรมการออกแบบคลองส่งน้ำ KRU - CANAL

การประมาณราคาก่อสร้าง

รายการ	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย	รวม	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวม
งานขุดลอกคลองส่งน้ำ	15.29	บาท/ม.	15.29	บาท	15.3	บาท/ม.
งานถมดิน	4.45	บาท/ม.	4.45	บาท	4.45	บาท/ม.
งานขุดลอกคลองส่งน้ำ	17.78	บาท/ม.	17.78	บาท	17.78	บาท/ม.
งานขุดลอกคลอง	0.52	บาท/ม.	0.52	บาท	0.52	บาท/ม.
งานขุดลอกคลอง	0.28	บาท/ม.	0.28	บาท	0.28	บาท/ม.
งานขุดลอกคลอง	3.05	บาท/ม.	3.05	บาท	3.05	บาท/ม.
รวมราคาคงที่ 1			22.30	บาท	22.30	บาท/ม.
รวมราคาคงที่ 2			815.400	บาท	815.400	บาท
งานติดตั้ง	19259.29	บาท	15	บาท	28875.4	บาท
งานติดตั้ง	10248.60	บาท	45	บาท	86118.7	บาท
งานติดตั้ง	0	บาท	150000	บาท	0	บาท
งานติดตั้ง	0	บาท	200000	บาท	0	บาท
งานติดตั้ง	0	บาท	150000	บาท	0	บาท
งานติดตั้ง	0	บาท	20000	บาท	0	บาท
รวมราคาคงที่ 2			29000	บาท	0	บาท
รวมราคาคงที่ 2			115454	บาท	115454	บาท

ค่าจ้างบริหาร 15 %

ค่าจ้างบริหาร 10 %

รวมราคาคงที่ 116454.26 บาท

ค่าจ้างบริหาร 15 %

ค่าจ้างบริหาร 10 %

รวมราคาคงที่ 116454.26 บาท

ค่าจ้างบริหาร 15 %

ค่าจ้างบริหาร 10 %

รวมราคาคงที่ 116454.26 บาท

รูปที่ 9 แสดงหน้าต่างการประมาณราคาก่อสร้างของคลองที่ออกแบบ

- 10) ในการคำนวณราคาก่อสร้าง โปรแกรมจะคิดปริมาณงานและจำนวนเงินต่อความยาวคลอง 1 เมตร ในส่วนของราคาต่อหน่วยนั้นจะมีราคาเบื้องต้นที่ระบุไว้แล้ว ซึ่งเป็นราคาของวัสดุรวมค่าแรง ซึ่งถ้าผู้ใช้งานไม่ต้องการใช้ราคาดังกล่าวก็สามารถที่จะป้อนราคาต่อหน่วยเองได้ โดยการลบราคาเดิมที่อยู่ในช่องที่ต้องการจะเปลี่ยนแล้วป้อนราคาที่ต้องการ
- 11) ภายในหน้าต่างนี้จะมีส่วนที่ให้ผู้ใช้งานป้อนค่าดำเนินการ ค่าภาษี ค่าไร และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เป็นเปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมก็จะมีตัวเลขที่กำหนดไว้เบื้องต้น เช่นกัน
- 12) จากขั้นตอนการประมาณราคาก่อสร้างของคลองส่งน้ำ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของโปรแกรม ถ้าผู้ใช้งานต้องการที่จะบันทึกข้อมูลการออกแบบ ก็ให้คลิกที่เมนูซึ่งอยู่ด้านบนของโปรแกรมโดยคลิกที่แฟ้ม แล้วคลิกที่บันทึก และถ้าผู้ใช้งานต้องการจะพิมพ์ผลของการคำนวณ ก็ให้คลิกที่พิมพ์ แล้วเลือกผลการคำนวณในส่วนที่ต้องการพิมพ์ ส่วนในกรณีที่ต้องการจะออกจากโปรแกรมให้คลิกที่ปุ่มจบการทำงาน ซึ่งโปรแกรมจะแสดงกล่องข้อความให้ยืนยันว่าจะออกจากโปรแกรม เมื่อผู้ใช้งานตอบรับก็จะสิ้นสุดทำงานของโปรแกรม

สรุป

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบคลองส่งน้ำ KKU-CANAL ที่ปรับปรุงใหม่เป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ WINDOWS ได้ทุกรุ่น เพื่อออกแบบคลองส่งน้ำที่มีหน้าตัดเหมาะสมที่สุด ให้สามารถลำเลียงน้ำได้ในอัตราที่ต้องการ โปรแกรมนี้สามารถจะเลือกใช้งานได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งสามารถคำนวณประมาณการปริมาณวัสดุที่ต้องใช้ และราคาค่าก่อสร้างคลองทั้งหมด ซึ่งในการประมาณราคาค่าก่อสร้างนั้นจะแยกคำนวณราคาเป็นส่วนๆ และราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดจะพิจารณาครอบคลุมถึง ค่าดำเนินการ ค่าภาษี ค่ากำไร และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ครบถ้วน ดังนั้น จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมนี้คงจะเอื้อประโยชน์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งน้ำ ทั้งในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียง เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และประเทศกัมพูชา เป็นต้น

บรรณานุกรม

- จักรวาล จันท์เกาะ ทินกร ครองสิงห์ และสิทธิ ใจภักดี. 2544. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการออกแบบหน้าคลองส่งน้ำโดยใช้ Visual Basic 6.0, รายงานโครงการหมายเลข CE01-32 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บวรวรรณ จันทรใส สนธยา ผลเชื้อ และสนิทชัย นุตตะละ. 2545. การปรับปรุงโปรแกรมการออกแบบหน้าคลองส่งน้ำ. รายงานโครงการหมายเลข CE02-05 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วินัย ศรีอำพร. 2545. การพัฒนาโปรแกรมการออกแบบคลองส่งน้ำ การประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 (23-25 ตุลาคม 2545). ขอนแก่น WRE-50 ถึง WRE-55.
- ศุภชัย ดันติपालกุล และศุภมิตร ตริตังตระกุล. 2546. การปรับปรุงโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบหน้าคลองส่งน้ำ KKU-CANAL. รายงานโครงการหมายเลข CE03-45. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Chaudhry, M.H. 1993. Open-Channel Flow. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. N.J. USA.
- French, R.H. 1985. Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill, Inc.