# การออกแบบฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 โดยใช้ Visual Basic 4.0

วินัย ศรีอำพร
รองศาสตราจารย์
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการสร้างโปรแกรมการออกแบบฝาย มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 โดยใช้ Visual Basic 4.0 ฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 นี้ ได้รับการออกแบบทางโครงสร้างโดยสถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 และมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบโดยใช้ GWBASIC ซึ่งไม่สะดวกต่อการใช้งานในปัจจุบัน ดังนั้น จึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมการออกแบบฝายดังกล่าวขึ้นมาใหม่ เป็นโปรแกรม WEIR2 รุ่น 1.6 โดยใช้ Visual Basic 4.0 ซึ่งสามารถใช้งานง่ายขึ้น มีการแสดงผลบนหน้าจอที่ให้รายละเอียดครบถ้วน และในกรณีที่ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลผิดพลาดโปรแกรมก็จะเตือนให้ทราบทันทีพร้อมทั้งให้ข้อแนะนำที่ถูกต้อง ข้อมูลที่จำเป็นจะต้องใช้เพื่อการคำนวณมีเพียงลักษณะของลำน้ำ ซึ่งประกอบด้วย ความกว้างของลำน้ำ ความกว้างของท้องน้ำ ความลาดเอียงของลำน้ำ ระดับท้องน้ำ ระดับตลิ่ง ตรงตำแหน่งที่ต้องการก่อสร้างฝาย และสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning เท่านั้นก็จะสามารถทำการออกแบบขนาดของฝายได้โดยง่าย นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถคำนวณปริมาณวัสดุที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้างของโครงการได้ โดยใช้เวลาในการออกแบบและการคำนวณทั้งสิ้นไม่เกิน 10 นาที

# Design of KKU-NZ Type 2 Weir By Using Visual Basic 4.0

**Winai Sri-Amporn**
Associate Professor
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering, Khon Kaen University

## Abstract

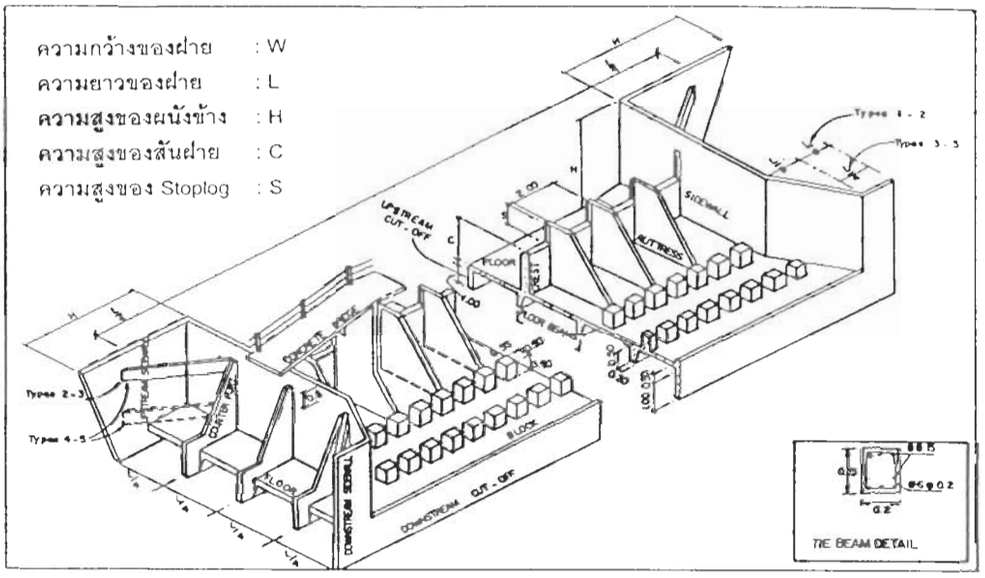
A computer program to design KKU-NZ type 2 weir by using Visual Basic 4.0 is presented. Water Resources and Environment Institute originally developed the KKU-NZ weir's structural design and its computer design program in 1989. The original design program is written in GWBASIC, which is not so applicable. Using Visual Basic therefore develops a new weir design program called WEIR2 version 1.6. The program shall be easily installed on a personal computer. It is more convenient to use and the computed output will be shown on screen. Furthermore, the program shall warn immediately and show the right suggestion when there is any error on input data. In the calculation, the program requires only characteristic of a channel, such as top width, bed width, average longitudinal slope, bed and bank elevation at the site, and Manning's roughness coefficient, as input data. The program shall calculate dimension of the weir, quantity of construction materials, and the total construction cost of the project, within 10 minutes.

# บทนำ

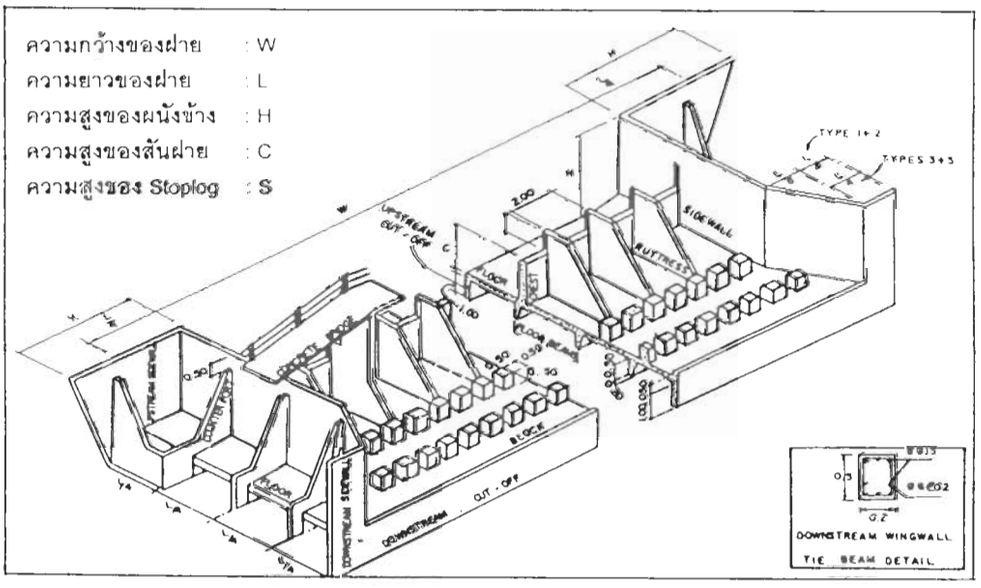
สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ออกแบบฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ฝายดังกล่าวเหมาะสำหรับลำน้ำที่มีความกว้างอยู่ระหว่าง 20-40 เมตร และลึกไม่เกิน 6 เมตร ซึ่งเป็นแบบฝายที่จำเป็นต้องมีวิศวกรเป็นผู้คำนวณออกแบบและควบคุมการก่อสร้าง โดยที่กรมโยธาธิการเป็นหน่วยงานที่นำแบบฝายนี้ไปใช้ในการก่อสร้างอย่างแพร่หลายทั่วประเทศตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน โครงสร้างของฝาย มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 นี้แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ รูปแบบแรกจะเสริมความแข็งแรงของผนังข้างโดยใช้คานยึดระหว่างหูช้างด้านหน้ากับผนัง และรูปแบบที่สองจะใช้กำแพงค้ำยันผนังข้างกับหูช้างด้านหน้า ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งได้ตามความต้องการ และแบบฝายนี้แบ่งตามขนาดออกเป็น 5 ขนาด คือ

| ขนาดที่ | ความสูงของผนังข้าง (H : เมตร) | ความสูงของสันฝาย (C : เมตร) |
|---|---|---|
| 1 | ≤ 3.00 | ≤ 2.00 |
| 2 | 3.00 - 4.50 | 2.00 |
| 3 | 3.00 - 4.50 | 2.00 - 3.00 |
| 4 | 4.50 - 6.00 | 3.00 |
| 5 | 4.50 - 6.00 | 3.00 - 4.50 |

นอกจากนี้ สถาบันแหล่งน้ำฯ ยังได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบฝายดังกล่าวชื่อ WEIR2 รุ่น 1.5 ซึ่งเขียนด้วย GWBASIC แต่ไม่ค่อยสะดวกต่อการใช้งานในสภาพปัจจุบันเพราะมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ Microsoft และเนื่องจาก Visual Basic ก็ทำงานบน Microsoft ดังนั้น จึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมการออกแบบฝายขึ้นมาใหม่ซึ่งเขียนบน Visual Basic 4.0 โดยใช้ชื่อว่า WEIR2 รุ่น 1.6 ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป




รูปที่ 1 แบบฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 ที่ยึดผนังด้านข้างกับหูช้างด้วยคาน




รูปที่ 2 แบบฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 ที่ยึดผนังด้านข้างกับหูช้างด้วยกำแพงค้ำยัน

# การออกแบบโครงสร้างฝาย มข. - นิวซีแลนด์ แบบที่ 2

ฝายคือ อาคารชลศาสตร์ที่สร้างขวางลำน้ำเพื่อยกระดับน้ำด้านหน้าฝายให้สูงขึ้นเพื่อผันเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูกและเก็บกักน้ำไว้ในลำน้ำ ฝาย มข.-นิวซีแลนด์ ได้รับการออกแบบให้มีความกว้างใกล้เคียงกับความกว้างของลำน้ำ และสามารถผันน้ำที่ระดับสูงสุดในลำน้ำได้ในอัตราเท่ากับอัตราการไหลที่ลำน้ำสามารถลำเลียงได้ก่อนการสร้างฝาย $(Q_c)$ ในกรณีที่เกิดน้ำนองในอัตราที่มากกว่าความสามารถของลำน้ำที่จะลำเลียงได้ตามปกติ ปริมาณน้ำส่วนเกินก็จะไหลล้นตลิ่งเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมทั้งสองฝั่งของลำน้ำ และไหลกลับลงสู่ลำน้ำทางด้านท้ายฝายโดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างฝายซึ่งได้รับการออกแบบให้มีความแข็งแรงเพียงพอ

สมการที่ใช้ในการออกแบบทางชลศาสตร์ของฝายประกอบด้วยสมการ Manning เพื่อหาอัตราการไหลที่ลำน้ำสามารถลำเลียงได้ และสมการการไหลข้ามฝาย ดังนี้ [ประกอบ. 2534]

(1) สมการ Manning เป็นสมการที่ใช้คำนวณหาอัตราการไหลในทางน้ำเปิดในสภาพการไหลแบบคงตัวและสม่ำเสมอซึ่งอยู่ในรูปของ

$$Q_c = \frac{AR^{2/3}\sqrt{S}}{n} \qquad (1)$$

โดยที่

$Q_c$ = อัตราการไหลในลำน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

$A$ = พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ (ตร.ม.)

$R$ = รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic radius) = $A / P$

$P$ = ความยาวของเส้นขอบเปียก (ม.)

$S$ = ความลาดเอียงของท้องน้ำ (ม./ม. )

$n$ = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning

(2) สมการการไหลข้ามสันฝาย เป็นสมการที่ใช้คำนวณหาอัตราการระบายน้ำของฝายสันคมที่มีลักษณะการไหลแบบ Free flow ซึ่งเขียนในรูปของ

$$Q_w = C_d \frac{2}{3}\sqrt{2g}Wh^{3/2} \qquad (2)$$

โดยที่

$Q_w$ = อัตราการไหลข้ามสันฝาย (ลบ.ม./วินาที)

$C_d$ = สัมประสิทธิ์อัตราการไหลของฝาย

$W$ = ความกว้างของสันฝาย (ม.)

$h$ = ความสูงของระดับผิวน้ำเหนือสันฝาย (ม.)

อย่างไรก็ตาม ในช่วงฤดูฝนที่เกิดน้ำหลากจะเกิดสภาพการไหลข้ามฝายแบบ submerged flow ซึ่งมีอัตราการระบายน้ำผ่านฝายลดลง แต่โดยหลักการของฝาย มข.-นิวซีแลนด์นั้น จะให้ผันน้ำส่วนเกินจากลุ่มน้ำเข้าไปสู่พื้นที่นาทั้งสองฝั่งตลอดลำน้ำทางด้านเหนือฝาย ซึ่งจะแตกต่างจากกรณีของอ่างเก็บน้ำที่จะต้องระบายปริมาณน้ำส่วนเกินทั้งหมดออกจากอ่างฯผ่านทางระบายน้ำล้น จากสองสมการดังกล่าวข้างต้นสามารถนำมาใช้ในการออกแบบรายละเอียดของโครงสร้างฝายได้ดังนี้

1) ความสูงของผนังข้าง ($H$) และระดับพื้นฝาย ผนังข้างควรจะอยู่สูงกว่าระดับตลิ่งประมาณ 0.50 เมตร ส่วนระดับพื้นฝายควรจะอยู่ต่ำกว่าระดับต่ำสุดของท้องน้ำประมาณ 0.30 เมตร

2) ความกว้างของฝาย ($W$) และความสูงของสันฝาย ($C$) โดยทั่วๆ ไปจะออกแบบให้ฝายมีความกว้างเท่ากับความกว้างของลำน้ำ และความสูงของสันฝายควรจะอยู่ระหว่าง 60-70 % ของความลึกของลำน้ำ

การออกแบบความกว้างของฝาย ($W$) และความสูงสันฝาย ($C$) ที่เหมาะสมจะต้องใช้วิธีลองผิดลองถูก (trial and error) โดยการคำนวณค่า $Q_c$ จากสมการที่ (1) แล้วทดลองแทนค่า $W$ และ $C$ ลงในสมการที่ (2) เพื่อหาค่า $Q_w$ ถ้าหาก $Q_w$ มากกว่า $Q_c$ ก็ลองปรับค่าให้ฝายแคบลงหรือสันฝายสูงขึ้น แต่ถ้า $Q_w$ น้อยกว่า $Q_c$ ก็ลองปรับค่าให้ฝายกว้างขึ้นหรือสันฝายต่ำลงจนกระทั่งได้ค่า $W$ และ $C$ ที่ทำให้ $Q_w$ เท่ากับ $Q_c$ โดยประมาณ

ทั้งนี้ การปรับค่า $W$ ควรจะปรับช่วงละ 2.00 เมตร เพราะกำหนดให้ช่วงห่างของเสารองรับไม้กั้นประตูน้ำ (stoplog) มีระยะห่างกัน 2 เมตร ส่วนค่า $C$ ควรจะปรับช่วงละ 0.20 เมตร เพราะกำหนดให้ความสูงของแผ่นไม้กั้นประตูน้ำมีขนาดแผ่นละ 0.20 เมตร

3) ระดับสูงสุดของเสารองรับไม้กั้นประตูน้ำ ( $S$ ) ควรจะมีระดับที่สูงกว่าระดับของที่นาตรงตำแหน่งที่ต้องการจะผันน้ำประมาณ 0.30 เมตร เพื่อให้สามารถผันน้ำเข้าสู่ที่นาและเก็บกักได้ในช่วงที่มีน้ำไหลในลำน้ำน้อย

4) การออกแบบความยาวของฝาย ( $L$ ) และความยาวของ cut-off wall จะขึ้นอยู่กับชนิดของดินฐานรากโดยที่จะต้องออกแบบให้มีความยาวมากพอที่จะสามารถป้องกันการเกิด piping ได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างดินฐานรากไปทดสอบหาชนิดของดิน แล้วคำนวณหาความยาวดังกล่าวจาก Lane's weighted creep ratio ( $C_w$ ) คือ $C_w = L/3 + \sum L_v$ โดยที่ $L$ คือ ความยาวของตัวฝาย และ $\sum L_v$ คือ สองเท่าของความยาวรวมของ cut-off wall ค่าของ $C_w$ จะต้องมากกว่าค่าสูงสุดที่ยอมให้ ( $C_{wmax}$ ) ของดินแต่ละชนิด ซึ่งสามารถหาค่าได้จากตำราด้านปถพีกลศาสตร์ทั่วๆ ไป จากนั้นก็จะสามารถออกแบบความยาวของฝายและ cut-off wall ได้ ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ดินฐานรากเป็นชนิดที่อยู่ระหว่างทรายหยาบ และดินเหนียวอ่อน จะได้ค่า $L = 4(C+S)$ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ดินฐานรากเป็นดินชนิดที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย ก็จะต้องทำการปรับปรุงชั้นดินฐานรากก่อนการก่อสร้างฝายโดยดูได้จากข้อแนะนำที่แสดงไว้ในรายงานโครงการเรื่องการวิเคราะห์โครงสร้างทางชลศาสตร์ของฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 [โกวิน.2543]

เมื่อได้ขนาดของ $H$, $W$, $C$ และ $S$ แล้วก็สามารถออกแบบโครงสร้างส่วนต่างๆ ของฝายได้ โดยที่มีดีส่วนอื่นๆ แสดงไว้ในแบบฝายมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ส่วนรายละเอียดในการเลือกสถานที่ก่อสร้าง การสำรวจสภาพลำน้ำ และการเสริมเหล็กสามารถดูได้จากคู่มือการออกแบบฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ [ประกอบ. 2534]

## การพัฒนาโปรแกรมการออกแบบฝาย

โปรแกรมการออกแบบฝายที่พัฒนาขึ้นนี้ชื่อ WEIR2 รุ่น 1.6 เป็นโปรแกรมภาษาไทยที่เขียนบน Visual Basic 4.0 สามารถติดตั้งได้โดยใช้คำสั่ง setup จากแผ่น CD ของโปรแกรม แล้วจะมีการสร้างแฟ้มประมวลผลชื่อ WEIR2.EXE บน drive C หรือใน drive ที่ผู้ใช้กำหนดได้ แฟ้มดังกล่าวมีความจุประมาณ 4.7 MB และสามารถใช้งานได้ง่ายโดยการเข้าสู่ MS-DOS Prompt ที่ drive C แล้วพิมพ์คำว่า WEIR2 โปรแกรมก็จะเริ่มทำงานโดยมีหน้าต่างที่เกี่ยวข้องอยู่ 13 บาน หน้าต่างแต่ละบานจะมีความต่อเนื่องกันคือสามารถที่จะย้อนกลับหรือเปิดบาน

ต่อไปได้ หน้าต่างแต่ละบานที่จะแสดงต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการออกแบบ ฝาย มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 ของฝายที่บ้านหัน อ.เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

**หน้าต่างที่ 1** เป็นหน้าต่างการเริ่มทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย 4 เมนูคือ

1) แฟ้ม มี 2 เมนูย่อยคือสร้าง และจบการทำงาน เมื่อคลิกเมนูสร้างจะปรากฏเป็นหน้าต่างที่ 2 ถ้าคลิกจบการทำงานก็จะออกจากโปรแกรม
2) แบบร่าง จะแสดงแบบร่างของฝายทั้ง 2 ประเภทคือประเภทที่เสริมความแข็งแรงของผนังข้างด้วยคาน และประเภทที่เสริมด้วยกำแพงค้ำยันผนังข้าง
3) ข้อแนะนำ จะมีข้อแนะนำในการเลือกสถานที่ก่อสร้างและสมการที่ใช้ในการคำนวณออกแบบทางชลศาสตร์
4) วิธีใช้ จะให้คำแนะนำข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต้องป้อนเข้าในโปรแกรม

**หน้าต่างที่ 2** เมื่อคลิกเมนูสร้างในหน้าต่างที่ 1 จะปรากฏเป็นหน้าต่างที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งจะต้องกรอกข้อมูลต่างๆ ลงไป เช่น ชื่อโครงการ ที่ตั้งโครงการ ความกว้างของลำน้ำและท้องน้ำ เป็นต้น เมื่อคลิกปุ่มยกเลิกก็จะย้อนกลับไปหน้าต่างที่ 1 และหากคลิกปุ่มตกลงโปรแกรมจะตรวจสอบว่าความกว้างของลำน้ำเกิน 40 เมตร และความลึกเกิน 6 เมตรหรือไม่ ถ้าเกินค่าดังกล่าวโปรแกรมจะเตือนให้ทราบทันที หากไม่เกินค่าดังกล่าวโปรแกรมจะทำการคำนวณต่อไป ซึ่งถ้าหากผนังข้างสูงเกิน 3 เมตร จะแสดงเป็นหน้าต่างที่ 3 แต่ถ้าไม่เกิน 3 เมตร จะแสดงเป็นหน้าต่างที่ 4

**หน้าต่างที่ 3** เป็นหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้เลือกรูปแบบการเสริมความแข็งแรงของผนังข้าง เมื่อเลือกแล้วคลิกปุ่มตกลง ก็จะเข้าไปสู่หน้าต่างที่ 4

**หน้าต่างที่ 4** จะแสดงผลการออกแบบมิติต่างๆ ของฝายรวมทั้งจำนวนเสาสะพาน ปริมาตรคอนกรีต พื้นที่ไม้แบบและปริมาณเหล็กเสริม เป็นต้นดังแสดงในรูปที่ 5 ถ้าคลิกปุ่มยกเลิกก็จะกลับไปหน้าต่างที่ 2 และถ้าคลิกปุ่มตกลงก็จะไปหน้าต่างที่ 5

**หน้าต่างที่ 5** เป็นหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้ป้อนราคาต่อหน่วยของวัสดุก่อสร้างตามราคาท้องถิ่น แต่ถ้าไม่ป้อนราคาใหม่ โปรแกรมจะยึดถือราคาที่ตั้งไว้แล้ว ซึ่งอ้างอิงกับสำนักงานพาณิชย์ จังหวัดขอนแก่น เดือนมกราคม 2542 ดังแสดงในรูปที่ 6 ถ้าคลิกปุ่มยกเลิกก็จะกลับไปหน้าต่างที่ 4 และถ้าคลิกปุ่มตกลงก็จะไปสู่หน้าต่างที่ 6

**หน้าต่างที่ 6** แสดงผลการคำนวณออกแบบมิติของฝายซึ่งสามารถแสดงผลทางเครื่องพิมพ์หากคลิกที่เมนูพิมพ์ และถ้าคลิกเมนูหน้าต่อไปก็จะแสดงหน้าต่างที่ 7

**หน้าต่างที่ 7** แสดงผลการคำนวณปริมาตรคอนกรีตและพื้นที่ไม้แบบที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งสามารถจะเลือกเมนูพิมพ์ ย้อนกลับหรือหน้าถัดไป ก็ได้ หากเลือกเมนูย้อนกลับก็จะกลับไปหน้าต่างที่ 6 และถ้าเลือกเมนูหน้าถัดไปก็จะเข้าสู่หน้าต่างที่ 8

**หน้าต่างที่ 8** แสดงผลการคำนวณปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องใช้ตามหมายเลขของเหล็กเสริมที่ระบุไว้ในแบบคู่มือการก่อสร้าง ในหน้าต่างนี้มีเมนู 3 เมนูเช่นเดียวกับหน้าต่างที่ 7

**หน้าต่างที่ 9 และ 10** เป็นรายการคำนวณปริมาณเหล็กเสริมต่อจากหน้าต่างที่ 8 และมี 3 เมนูเหมือนกัน

**หน้าต่างที่ 11** แสดงผลการคำนวณปริมาณไม้กั้นประตูน้ำ ราวสะพาน และงานดินขุดดินถมเป็นต้น

**หน้าต่างที่ 12 และ 13** แสดงผลการคำนวณราคาค่าก่อสร้างแยกตามรายการต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยที่ในหน้าต่างที่ 13 จะมีเมนูจบการทำงาน เมื่อคลิกที่จบการทำงานก็จะย้อนกลับไปสู่หน้าต่างที่ 1

## สรุป

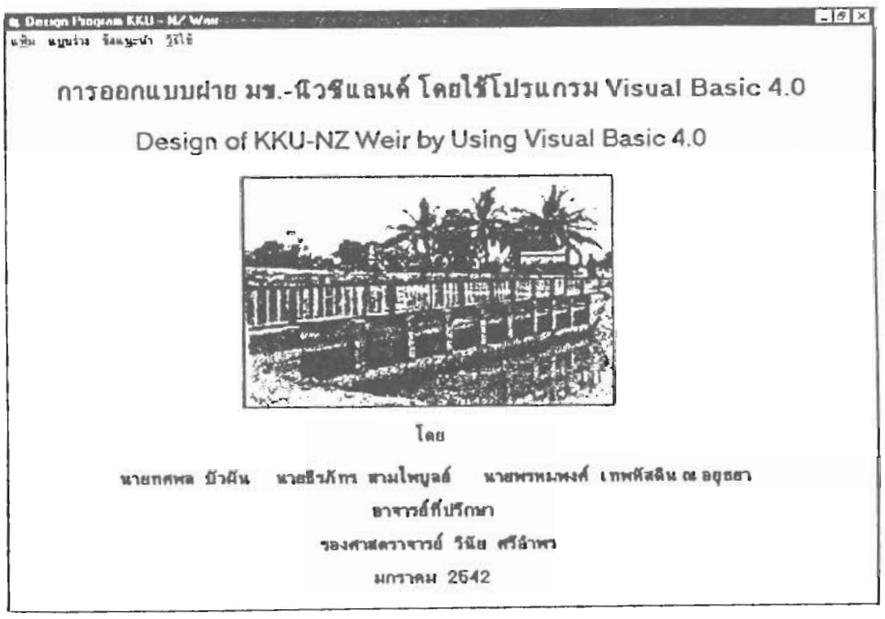
โปรแกรมการออกแบบฝาย WEIR2 รุ่น1.6 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย และช่วยให้สามารถออกแบบฝาย มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 ได้อย่างรวดเร็ว เพราะข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการคำนวณมีเพียงข้อมูลพื้นฐานของลักษณะลำน้ำเท่านั้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถจะทำการสำรวจในภาคสนามได้โดยง่ายและรวดเร็ว และเนื่องจากโปรแกรมนี้ทำงานบน Windows จึงสามารถแสดงผลการคำนวณบนหน้าจอที่ให้รายละเอียดครบถ้วน นอกจากนี้หน้าต่างแต่ละบานของโปรแกรมยังมีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันสามารถที่จะเปิดย้อนกลับหรือไปข้างหน้าได้โดยง่าย จึงนับว่าโปรแกรม WEIR2 นี้มีประโยชน์อย่างมากต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งน้ำ

## เอกสารอ้างอิง

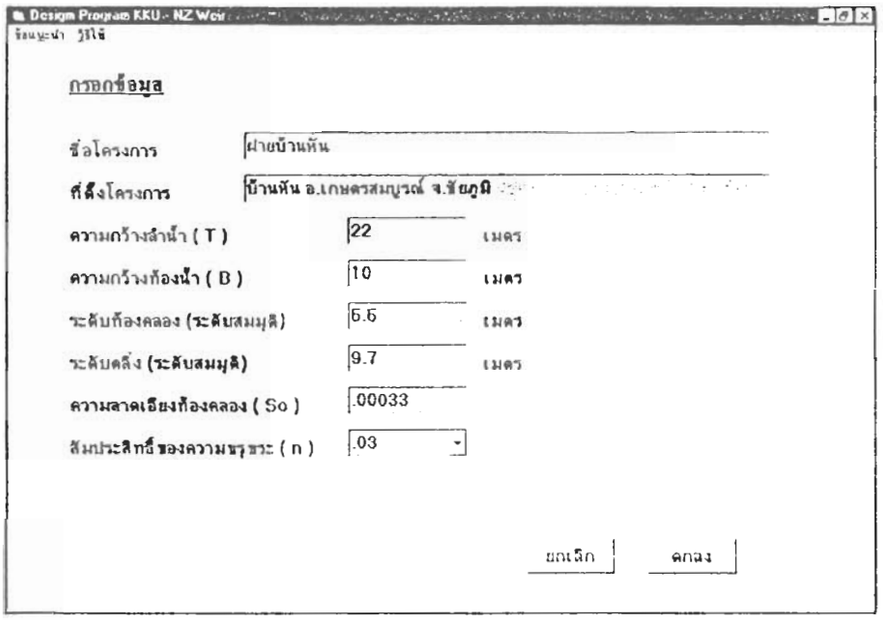
[1] โกวิน คบหมู่ และกิติพงศ์ จิรวรรณกูล (2543). "***การวิเคราะห์โครงสร้างทางชลศาสตร์ของฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2***" รายงานโครงการหมายเลข C99-7 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กุมภาพันธ์

[2] ทศพล บัวผัน, ธีรภัทร สามไพบูลย์ และ พรหมพงศ์ เทพหัสดิน ณ อยุธยา (2542). "***การออกแบบฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์ แบบที่ 2 โดยใช้โปรแกรม VISUAL BASIC 4.0***" รายงานโครงการหมายเลข C98-28 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กุมภาพันธ์

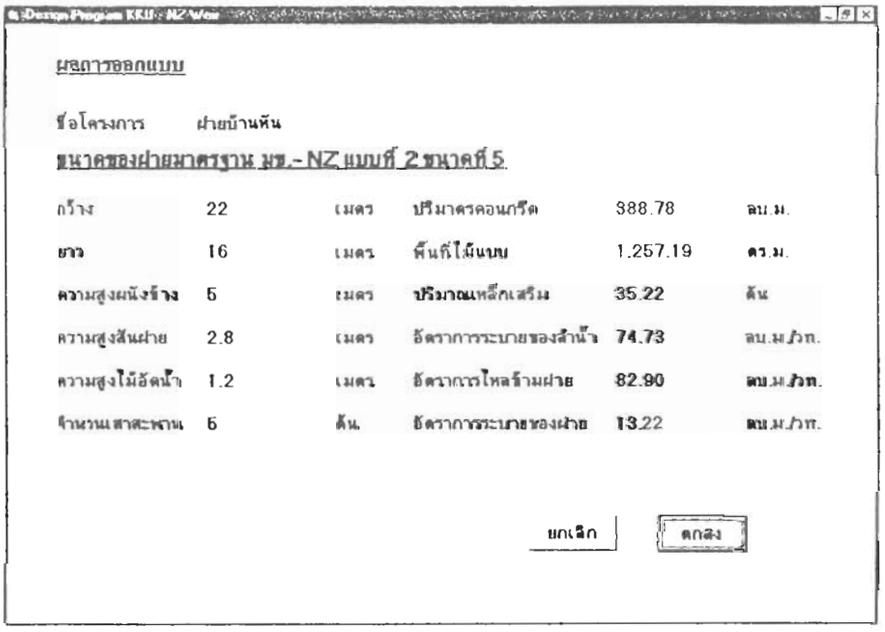
[3] ประกอบ วิโรจนกูฏ และคณะ (2534). "***คู่มือการออกแบบฝายมาตรฐาน มข.-นิวซีแลนด์***" สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, มิถุนายน.



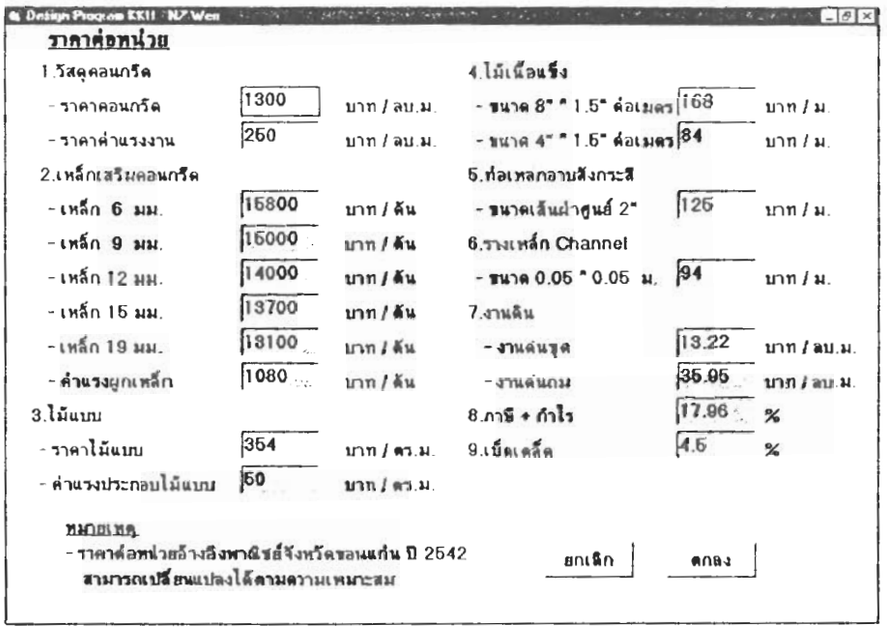

**รูปที่ 3 หน้าต่างที่ 1 แสดงการเริ่มทำงานของโปรแกรม**



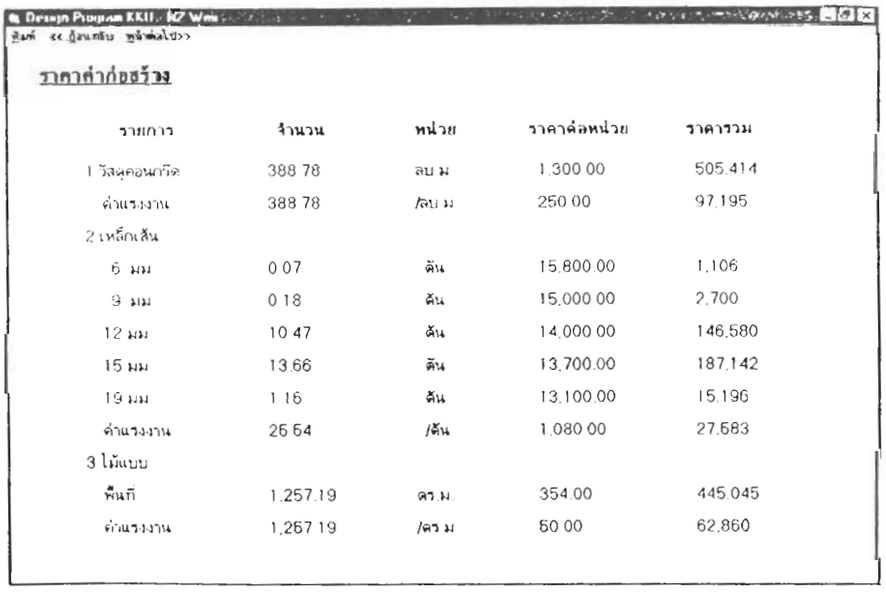

รูปที่ 4 หน้าต่างที่ 2 ของโปรแกรม แสดงการกรอกข้อมูล



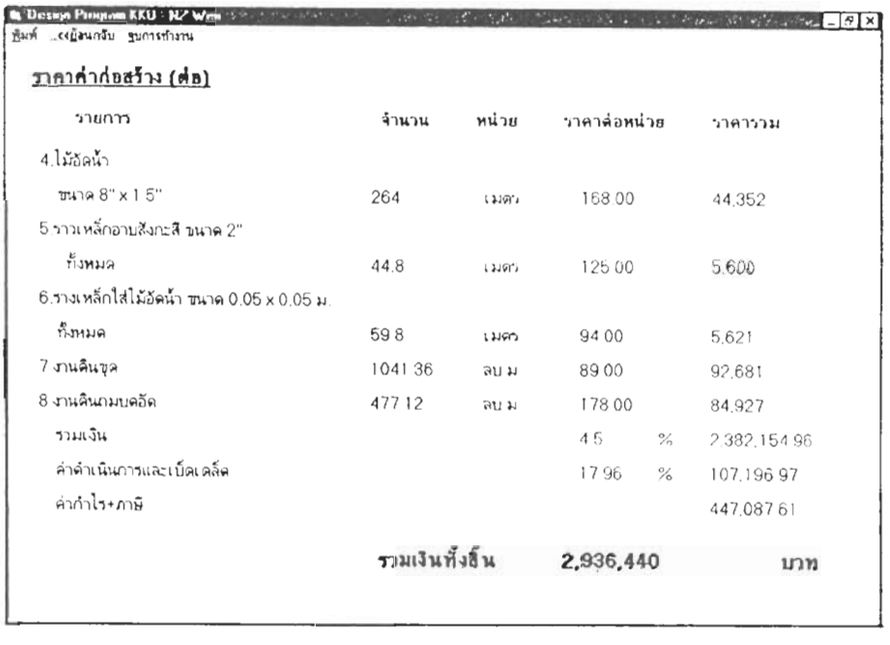

รูปที่ 5 หน้าต่างที่ 4 ของโปรแกม แสดงผลการออกแบบฝาย




**รูปที่ 6 หน้าต่างที่ 5 ของโปรแกรม แสดงราคาต่อหน่วยของวัสดุก่อสร้าง**




**รูปที่ 7 หน้าต่างที่ 12 ของโปรแกรม แสดงผลการคำนวณราคาค่าก่อสร้างของโครงการ**




**รูปที่ 8 หน้าต่างที่ 13 ของโปรแกรม แสดงผลการคำนวณราคาค่าก่อสร้างของโครงการ**