



บทที่ 5

การทดสอบโปรแกรม และแนวทางการพัฒนาเพิ่มเติม

จากส่วนประกอบของโปรแกรม CU-SWMM ที่ได้กล่าวถึงแล้วในบทที่ 4 การทดสอบโปรแกรมจะกระทำกับส่วนประกอบที่มีการเขียนขึ้นใหม่ นั่นคือส่วนควบคุม และส่วนประเมินราคา แต่เนื่องจากส่วนควบคุมเป็นส่วนที่ต้องมีการทดสอบและใช้งานอยู่เสมอในช่วงเวลาที่ทำกรพัฒนาโปรแกรม และการทำงานของส่วนควบคุมก็เป็นไปด้วยดีจนสามารถพัฒนาโปรแกรมแล้วเสร็จ กล่าวคือสามารถควบคุมโปรแกรมประกอบต่าง ๆ ให้ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงไม่ขอกล่าวถึงการทดสอบส่วนควบคุมในบทนี้ แต่จะได้กล่าวถึงการทดสอบส่วนประเมินราคา ซึ่งนับว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากของโปรแกรม เนื่องจากจะเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในด้านเศรษฐศาสตร์ของผู้ออกแบบ นอกจากนี้ยังจะได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม CU-SWMM ต่อไปเพื่อให้มีความสามารถเพิ่มขึ้น มีความยืดหยุ่นและสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 การทดสอบส่วนประเมินราคา

ความสามารถของส่วนประเมินราคา คือสามารถคำนวณหาราคาของทางระบายน้ำที่เป็นท่อกลม ท่อสี่เหลี่ยม และรางสี่เหลี่ยมคางหมู ที่ปรากฏอยู่ในข้อมูลเข้าของโปรแกรม SWMM การทดสอบส่วนประเมินราคาในหัวข้อนี้จะกระทำโดยการสร้างข้อมูลทดสอบขึ้นมาชุดหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยทางระบายน้ำหลายประเภท โดยไม่จำกัดแต่เพียงประเภทที่ส่วนประเมินราคาสามารถคำนวณได้ แล้วทำการคำนวณราคาทั้งหมดโดยใช้โปรแกรมประเภท spread sheet เพื่อหาราคาออกมาก่อน จากนั้นจึงให้ส่วนประเมินราคาทำงานกับข้อมูลทดสอบชุดนี้ แล้วป้อนข้อมูลราคาต่อหน่วยเข้าไป หากราคาที่คำนวณได้จากโปรแกรม spread sheet และราคาที่ได้จากส่วนประเมินราคามีค่าเท่ากัน ก็จะแสดงว่าส่วนประเมินราคาทำงานได้ถูกต้องสมบูรณ์

ข้อมูลทดสอบที่สร้างขึ้นมีเพียง Transport block โดยมีทางระบายน้ำหลายประเภท (ดูรูปที่ 5.1) แต่ทางระบายน้ำที่เป็นท่อกลมและท่อสี่เหลี่ยมได้จัดให้มีทุกขนาดรวมถึงขนาดที่ไม่มีในโปรแกรมประเมินราคาเพื่อการทดสอบว่าโปรแกรมประเมินราคาจะคำนวณหาราคาของท่อขนาดมาตรฐานเท่านั้น ประเภทของทางระบายน้ำในข้อมูลทดสอบอยู่ในคอลัมน์ NTYPE ซึ่งจะสามารถดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 5.1 ส่วนคอลัมน์ GEOM1, GEOM2 และ GEOM3 คือความสูง, ความกว้าง (ท้องรางสำหรับรางรูปสี่เหลี่ยมคางหมู) และความชันด้านข้างของรางรูปสี่เหลี่ยมคางหมูตามลำดับ รายละเอียด

ของการประมาณราคาข้อมูลทดสอบในรูปที่ 5.1 ถูกคำนวณโดยใช้โปรแกรม spread sheet ดังแสดงในตารางที่ 5.2 และ 5.3 ซึ่งจะระบุประเภทและขนาดของทางระบายน้ำ ความยาว ปริมาณงานดิน ประเภทต่าง ๆ ราคาทางระบายน้ำ และราคางานดินประเภทต่าง ๆ

```

$TRANSPORT
* NOE NUC(1) NUC(2) NUC(3) NTYPE DIST GEOM1 SLOPE ROUGH GEOM2 BARREL GEOM3
E1 101 0 0 0 1 100 .30 0 0 0 0 0
E1 102 0 0 0 1 100 .40 0 0 0 0 0
E1 103 0 0 0 1 100 .50 0 0 0 0 0
E1 104 0 0 0 1 100 .60 0 0 0 0 0
E1 105 0 0 0 1 100 .80 0 0 0 0 0
E1 106 0 0 0 1 100 1.00 0 0 0 0 0
E1 107 0 0 0 1 100 1.20 0 0 0 0 0
E1 108 0 0 0 1 100 1.50 0 0 0 0 0
E1 109 0 0 0 1 100 1.75 0 0 0 0 0
E1 110 0 0 0 1 100 2.00 0 0 0 0 0
E1 111 0 0 0 1 100 2.25 0 0 0 0 0
E1 112 0 0 0 1 100 2.50 0 0 0 0 0
E1 113 0 0 0 1 100 3.00 0 0 0 0 0
E1 201 0 0 0 2 100 1.20 0 0 1.20 0 0
E1 202 0 0 0 2 100 1.20 0 0 1.50 0 0
E1 203 0 0 0 2 100 1.50 0 0 1.50 0 0
E1 204 0 0 0 2 100 1.50 0 0 1.80 0 0
E1 205 0 0 0 2 100 1.80 0 0 1.80 0 0
E1 206 0 0 0 2 100 1.80 0 0 2.10 0 0
E1 207 0 0 0 2 100 2.10 0 0 2.10 0 0
E1 208 0 0 0 2 100 2.10 0 0 2.40 0 0
E1 209 0 0 0 2 100 2.40 0 0 2.40 0 0
E1 210 0 0 0 2 100 2.40 0 0 2.70 0 0
E1 211 0 0 0 2 100 2.70 0 0 2.70 0 0
E1 212 0 0 0 2 100 2.70 0 0 3.00 0 0
E1 213 0 0 0 2 100 3.00 0 0 3.00 0 0
E1 214 0 0 0 2 100 5.00 0 0 5.00 0 0
E1 301 0 0 0 13 100 1.00 0 0 1.00 0 1
E1 302 0 0 0 13 100 1.00 0 0 3.00 0 1
E1 303 0 0 0 13 100 1.00 0 0 5.00 0 1
E1 401 0 0 0 5 100 1.00 0 0 0 0 0
$ENDPROGRAM

```

รูปที่ 5.1 แสดงข้อมูลเข้าเพื่อทำการทดสอบส่วนประเมินราคา

ตารางที่ 5.1 แสดงประเภทของทางระบายน้ำในข้อมูลทดสอบ

NTYPE	ELEMENT TYPE
1	Circular
2	Rectangular
3	Phillips standard egg shape
4	Boston horseshoe
5	Gothic
6	Catenary
7	Louisville semielliptic
8	Basket handle
9	Semi circular
10	Modified basket handle
11	Rectangular, triangular bottom
12	Rectangular, round bottom
13	Trapezoid
14	Parabolic
15	Power function
16	HEC-2 format
17,18	User supplied
19	Manhole
20	Lift station
21	Flow divider
22	Storage unit
23	Flow divider - weir
24	Flow divider
25	Backwater element

เมื่อคำนวณราคาโดยใช้โปรแกรม spread sheet เสร็จสิ้นแล้วจึงเรียกโปรแกรม CU-SWMM ขึ้นมาทำงานและใช้ส่วนประเมินราคาตรวจหา Transport block และข้อมูลทางระบายน้ำในข้อมูลเข้าจะได้ผลการตรวจสอบแสดงในรูปที่ 5.2 จากนั้นจึงป้อนราคาต่อหน่วยของทางระบายน้ำและงานดินประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.3 ถึง 5.5 หลังจากป้อนราคาเสร็จแล้วจึงทำการประเมินราคาโดยการกดแป้น F9 และ F10 เพื่อหาราคาของระบบระบายน้ำแยกตามจำนวนทางระบายน้ำ และราคารวมตามลำดับ จากนั้นจึงกดแป้น F3 เพื่อพิมพ์ผลลัพธ์จากการประเมินราคาออกทางเครื่องพิมพ์จะได้ผลลัพธ์ที่เป็นราคารวมดังในรูปที่ 5.6 (ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ค.) จะเห็นว่าราคาประเมินของข้อมูลทดสอบที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม spread sheet และ CU-SWMM มีค่าเท่ากัน ดังนั้นราคาที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม CU-SWMM จึงถูกต้อง

ตารางที่ 5.2 แสดงความยาวของทางระบายน้ำและปริมาณงานดินประเภทต่าง ๆ ของข้อมูลทดสอบ

Minimum cover depth	0.6 m
Minimum freeboard	0.3 m
Excavation side slope	1
Depth to use sheet pile	1.5 m

หมายเลข	ประเภท	ความยาว (ม)	ความสูง (ม)	ความกว้าง (ม)	ความชัน ด้านข้าง	ดินขุด (ลบ.ม)	ดินถม (ลบ.ม)	เข็มพีค (ม)	คาดผิว (ตร.ม)	ซ่อมผิว (ตร.ม)
101	ท่อกลม	100	0.30	0.00	0.0	198.0	190.9	0	0.0	310.0
102	ท่อกลม	100	0.40	0.00	0.0	240.0	227.4	0	0.0	340.0
103	ท่อกลม	100	0.50	0.00	0.0	286.0	266.4	0	0.0	370.0
104	ท่อกลม	100	0.60	0.00	0.0	336.0	307.7	0	0.0	400.0
105	ท่อกลม	100	0.80	0.00	0.0	448.0	397.7	0	0.0	460.0
106	ท่อกลม	100	1.00	0.00	0.0	320.0	241.5	100	0.0	200.0
107	ท่อกลม	100	1.20	0.00	0.0	396.0	282.9	100	0.0	220.0
108	ท่อกลม	100	1.50	0.00	0.0	525.0	348.3	100	0.0	250.0
109	ท่อกลม	100	1.75	0.00	0.0	646.3	405.7	100	0.0	275.0
110	ท่อกลม	100	2.00	0.00	0.0	780.0	465.8	100	0.0	300.0
111	ท่อกลม	100	2.25	0.00	0.0	926.3	528.6	100	0.0	325.0
112	ท่อกลม	100	2.50	0.00	0.0	1085.0	594.1	100	0.0	350.0
201	ท่อเหลี่ยม	100	1.20	1.20	0.0	396.0	252.0	100	0.0	220.0
202	ท่อเหลี่ยม	100	1.20	1.50	0.0	450.0	270.0	100	0.0	250.0
203	ท่อเหลี่ยม	100	1.50	1.50	0.0	525.0	300.0	100	0.0	250.0
204	ท่อเหลี่ยม	100	1.50	1.80	0.0	588.0	318.0	100	0.0	280.0
205	ท่อเหลี่ยม	100	1.80	1.80	0.0	672.0	348.0	100	0.0	280.0
206	ท่อเหลี่ยม	100	1.80	2.10	0.0	744.0	366.0	100	0.0	310.0
207	ท่อเหลี่ยม	100	2.10	2.10	0.0	837.0	396.0	100	0.0	310.0
208	ท่อเหลี่ยม	100	2.10	2.40	0.0	918.0	414.0	100	0.0	340.0
209	ท่อเหลี่ยม	100	2.40	2.40	0.0	1020.0	444.0	100	0.0	340.0
210	ท่อเหลี่ยม	100	2.40	2.70	0.0	1110.0	462.0	100	0.0	370.0
211	ท่อเหลี่ยม	100	2.70	2.70	0.0	1221.0	492.0	100	0.0	370.0
212	ท่อเหลี่ยม	100	2.70	3.00	0.0	1320.0	510.0	100	0.0	400.0
213	ท่อเหลี่ยม	100	3.00	3.00	0.0	1440.0	540.0	100	0.0	400.0
301	รางคางหมู	100	1.00	1.00	1.0	299.0	0.0	0	382.8	0.0
302	รางคางหมู	100	1.00	3.00	1.0	559.0	0.0	0	582.8	0.0
303	รางคางหมู	100	1.00	5.00	1.0	819.0	0.0	0	782.8	0.0

ตารางที่ 5.3 แสดงการประเมินราคาข้อมูลทดสอบ โดยใช้โปรแกรม spread sheet

Excavation cost	45 Baht/cu.m
Backfill cost	60 Baht/cu.m
Sheet pile cost	1100 Baht/m
Concrete lining cost	400 Baht/sq.m
Pavement repair cost	400 Baht/sq.m

หมายเลข	ราคาต่อหน่วย ทางระบายน้ำ (บาท/ม)	ราคารวม (บาท)					
		ทางระบายน้ำ	ดินขุด	ดินถม	เข็มพืด	คาดผิว	ซ่อมผิว
101	215.00	21,500	8,910	11,456	-	-	124,000
102	270.00	27,000	10,800	13,646	-	-	136,000
103	325.00	32,500	12,870	15,982	-	-	148,000
104	390.00	39,000	15,120	18,464	-	-	160,000
105	650.00	65,000	20,160	23,864	-	-	184,000
106	1030.00	103,000	14,400	14,488	110,000	-	80,000
107	1400.00	140,000	17,820	16,974	110,000	-	88,000
108	2070.00	207,000	23,625	20,897	110,000	-	100,000
109	2900.00	290,000	29,081	24,343	110,000	-	110,000
110	3980.00	398,000	35,100	27,950	110,000	-	120,000
111	5350.00	535,000	41,681	31,719	110,000	-	130,000
112	7100.00	710,000	48,825	35,648	110,000	-	140,000
201	3150.00	315,000	17,820	15,120	110,000	-	88,000
202	4300.00	430,000	20,250	16,200	110,000	-	100,000
203	4800.00	480,000	23,625	18,000	110,000	-	100,000
204	5450.00	545,000	26,460	19,080	110,000	-	112,000
205	6230.00	623,000	30,240	20,880	110,000	-	112,000
206	7390.00	739,000	33,480	21,960	110,000	-	124,000
207	8600.00	860,000	37,665	23,760	110,000	-	124,000
208	10100.00	1,010,000	41,310	24,840	110,000	-	136,000
209	11700.00	1,170,000	45,900	26,640	110,000	-	136,000
210	13500.00	1,350,000	49,950	27,720	110,000	-	148,000
211	15500.00	1,550,000	54,945	29,520	110,000	-	148,000
212	17600.00	1,760,000	59,400	30,600	110,000	-	160,000
213	19800.00	1,980,000	64,800	32,400	110,000	-	160,000
301	0.00	-	13,455	-	-	153,137	-
302	0.00	-	25,155	-	-	233,137	-
303	0.00	-	36,855	-	-	313,137	-
รวม		15,380,000	859,703	562,150	2,200,000	699,411	3,168,000

Cost Estimate

CU-SWMM Version 1.0

TRANSPORT block founded.

31 elements founded.

Initialize cost complete.

Use function key to select process ...

F1:Load F2:Save F3:Print F4:Exit F5:Circ F6:Rect F7:Civ F9:Ele F10:Total

รูปที่ 5.2 แสดงผลการตรวจสอบข้อมูลทดสอบ

Cost Estimate

CU-SWMM Version 1.0

Circular Pipe Cost

0.30 m. :	215 Baht/m.
0.40 m. :	270 Baht/m.
0.50 m. :	325 Baht/m.
0.60 m. :	390 Baht/m.
0.80 m. :	650 Baht/m.
1.00 m. :	1030 Baht/m.
1.20 m. :	1400 Baht/m.
1.50 m. :	2070 Baht/m.
1.75 m. :	2900 Baht/m.
2.00 m. :	3980 Baht/m.
2.25 m. :	5350 Baht/m.
2.50 m. :	7100 Baht/m.

Please enter data of each item ...

รูปที่ 5.3 แสดงราคาต่อหน่วยของท่อกลมของข้อมูลทดสอบ

Cost Estimate

CU-SWMM Version 1.0

Rectangular Pipe Cost

1.20 m. x 1.20 m. :	3150 Baht/m.
1.50 m. x 1.20 m. :	4300 Baht/m.
1.50 m. x 1.50 m. :	4800 Baht/m.
1.80 m. x 1.50 m. :	5450 Baht/m.
1.80 m. x 1.80 m. :	6230 Baht/m.
2.10 m. x 1.80 m. :	7390 Baht/m.
2.10 m. x 2.10 m. :	8600 Baht/m.
2.40 m. x 2.10 m. :	10100 Baht/m.
2.40 m. x 2.40 m. :	11700 Baht/m.
2.70 m. x 2.40 m. :	13500 Baht/m.
2.70 m. x 2.70 m. :	15500 Baht/m.
3.00 m. x 2.70 m. :	17600 Baht/m.
3.00 m. x 3.00 m. :	19800 Baht/m.

Please enter data of each item ...

รูปที่ 5.4 แสดงราคาต่อหน่วยของท่อสี่เหลี่ยมของข้อมูลทดสอบ

Cost Estimate

CU-SWMM Version 1.0

Civil Work Cost

Excavation cost	:	45 Baht/cu.m.
Backfill cost	:	60 Baht/cu.m.
Sheet pile cost	:	1100 Baht/m.
Concrete lining cost	:	400 Baht/sq.m.
Pavement repair cost	:	400 Baht/sq.m.
Minimum cover depth	:	0.60 m.
Minimum freeboard	:	0.30 m.
Excavation side slope	:	1.0
Depth to use sheet pile	:	1.50 m.

Please enter data of each item ...

รูปที่ 5.5 แสดงราคาต่อหน่วยของงานดินของข้อมูลทดสอบ

Cost Estimate

CU-SWMM Version 1.0

Total Cost

Total element cost	:	15380000.00 Baht.
Total excavation cost	:	859702.50 Baht.
Total backfill cost	:	562150.24 Baht.
Total sheet pile cost	:	2200000.00 Baht.
Total concrete lining cost	:	699411.25 Baht.
Total pavement repair cost	:	3168000.00 Baht.
Grand Total		22869263.99 Baht.

Press any key to return ...

รูปที่ 5.6 แสดงการประเมินราคาข้อมูลทดสอบโดยใช้โปรแกรม CU-SWMM

5.2 แนวทางการพัฒนาเพิ่มเติม

แม้โปรแกรม SWMM จะสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ แต่หากได้รับการพัฒนาให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นก็จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานมากขึ้น ความสามารถด้านที่ควรพัฒนาเพิ่มเติมมีดังนี้

1. พัฒนาโปรแกรม editor ของโปรแกรมขึ้นมาโดยเฉพาะ โดยโปรแกรม editor ที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่ควรมีความสามารถในการรับรู้รูปแบบ (format) ของข้อมูลเข้าของโปรแกรม SWMM ทั้งนี้เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระในการจดจำรูปแบบของข้อมูลเข้า และช่วยให้ผู้ใช้ที่ยังไม่มีความชำนาญในการใช้โปรแกรม SWMM ได้รวดเร็วขึ้น จะทำให้ลดระยะเวลาในการทำงาน และสามารถใช้เวลาไปกับการปรับแต่งระบบระบายน้ำ เพื่อให้ระบบระบายน้ำที่ได้รับการออกแบบมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

2. ขยายขีดความสามารถของส่วนประเมินราคาให้สามารถรับรู้ข้อมูลเข้าในส่วน Extran block ทำให้สามารถประเมินราคากระบบระบายน้ำที่ออกแบบโดยใช้โปรแกรม SWMM ได้ทั้งหมด

3. เพิ่มขีดความสามารถในการแปลและสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสภาพระบบระบายน้ำโดยใช้โปรแกรม SWMM ช่วยลดภาระของผู้ใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ซึ่งมีความยาวมาก ช่วยทำให้การออกแบบเพื่อหาระบบระบายน้ำที่เหมาะสมเป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

4. เพิ่มขีดความสามารถทางด้านกราฟฟิกเพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรม ช่วยให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจในข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว และลดความเบื่อหน่ายในการทำงานกับข้อมูลตัวเลขปริมาณมาก ๆ

5. เพิ่มขีดความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูลกับฐานข้อมูลกราฟิกอื่น ๆ เช่น ระบบ GIS (Geographic Information System) หรือสามารถทำงานร่วมกับแผนผังที่เขียนขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวาดแบบ (computer aided drafting) อาทิเช่น AutoCAD เนื่องจากแนวโน้มการทำแบบในงานก่อสร้างในปัจจุบัน จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสนับสนุนมากขึ้นเรื่อย ๆ

6. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่เกิดขึ้นใหม่ อาทิเช่น Microsoft Windows และ Microsoft Windows 95 เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จาก hardware ของคอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มที่และช่วยให้การใช้งานโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น

จะเห็นได้ว่า มีความสามารถด้านต่าง ๆ อีกมากมายที่สามารถเพิ่มให้กับโปรแกรม CU-SWMM เพื่อให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มขีดความสามารถแต่ละอย่างลงไป จำเป็นที่จะต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ทางด้านกราฟิกเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมาก ต้องการเวลาในการพัฒนาค่อนข้างนาน และจำเป็นต้องใช้ทุนสูงในการจัดหา hardware และ software ที่เหมาะสมมาใช้ในการพัฒนา ดังนั้นการเพิ่มขีดความสามารถของโปรแกรม CU-SWMM อาจทำได้ในขีดที่จำกัดหากไม่ทำการพัฒนาในเชิงการค้า