บทที่ 6

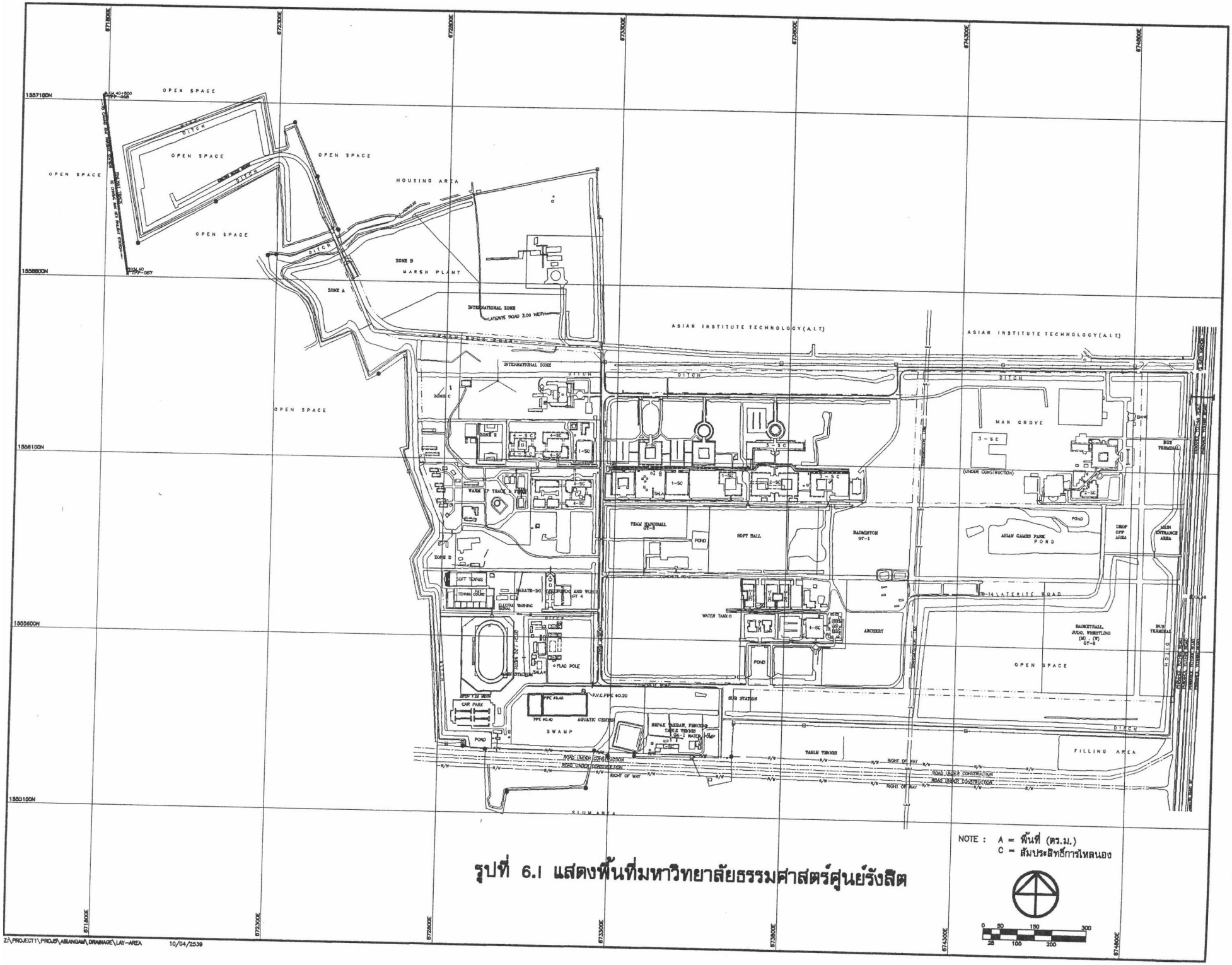
กรณีศึกษา

ในบทนี้จะได้กล่าวเกี่ยวกับการประยุกต์โปรแกรม CU-SWMM ในการออกแบบและประเมินราคาระบบระบายน้ำรวม โครงการที่นำมาเป็นตัวอย่างเพื่อแสดงการทำงานของโปรแกรม คือ โครงการออกแบบและปรับปรุงระบบระบายน้ำมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อรองรับการพัฒนาพื้นที่ให้เป็นที่พักและฝึกซ้อมของนักกีฬา และยังเป็นสนามแข่งขันส่วนหนึ่งของกีฬาเอเชียนเกมส์ครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตั้งอยู่ติดกับถนนพหลโยธิน กิโลเมตรที่ 46 มีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 1800 ไร่ (ดูรูปที่ 6.1) สภาพปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเป็นพื้นที่ที่ยังไม่ได้พัฒนา มีบางส่วนพัฒนาเป็นเขตการศึกษา ระบบระบายน้ำประกอบด้วยคูดินและสระน้ำขนาดเล็กอยู่ทั่วไป มีสถานีสูบน้ำฝนตั้งอยู่บริเวณทิศใต้ของพื้นที่ติดกับแนวก่อสร้างถนนเชียงราก ระบบระบายน้ำที่มีอยู่จะทำหน้าที่รวบรวมน้ำไหลนองจากพื้นที่มายังสถานีสูบน้ำฝนเพื่อสูบออกนอกพื้นที่ต่อไป การออกแบบปรับปรุงระบบระบายน้ำของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีรายละเอียดดังนี้

6.1 แนวคิดในการออกแบบ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เป็นพื้นที่พัฒนาใหม่ มีคูดินและสระน้ำอยู่มากมายทำหน้าที่ระบายและเก็บน้ำฝนที่ตกลงมา เมื่อมีการพัฒนาพื้นที่เป็นบ้านพักนักกีฬาและสนามแข่งขันกีฬาเอเชียนเกมส์ขึ้น จะทำให้มีปริมาณน้ำฝนที่ต้องระบายเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำฝนซึมลงดินได้น้อยลง อาจมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงคูดินเพื่อให้มีความสามารถในการระบายน้ำได้ดีขึ้น การปรับปรุงคูดินจะยึดแนวคูดินเดิมเอาไว้และทำการขยายขนาดหรือปรับพื้นผิวของคูดินให้เหมาะสม เช่น การดาดคอนกรีต

การออกแบบระบบระบายน้ำจำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณฝนที่ตกลงมาและสภาพของพื้นที่ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ จ.ปทุมธานี การออกแบบระบบระบายน้ำจึงควรนำข้อมูลฝนของ จ.ปทุมธานีมาใช้เพื่อการออกแบบ แต่เนื่องจากข้อมูลฝนของ จ.ปทุมธานีนั้นทางกรมอุตุนิยมวิทยาไม่ได้บันทึกไว้เนื่องจากไม่มีสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติ จึงอนุโลมใช้สมการฝนของพื้นที่ใกล้เคียง คือ จ.นนทบุรี แทน ระบบระบายน้ำจะออกแบบให้สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนในรอบ 10 ปี โดยมีปริมาณฝนออกแบบดังนี้



NOTE : A = พื้นที่ (ตร.ม.)
C = สัมประสิทธิ์การไหลนอง

0 50 150 300
25 100 200

Z:\PROJECT1\PROJ5\ASIANGAM\DRAINAGE\LAY-AREA 10/04/2539

รูปที่ 6.1 แสดงพื้นที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต

$$i = 7389.36 / (t + 43)^{0.979}$$

เมื่อ i = ความแรงฝน (มม./ชม.)
t = เวลารวมจุด (นาที)

สมการฝนออกแบบดังกล่าวเมื่อนำไปคำนวณตามวิธีของ Keifer & Chu จะได้รูปแบบ (pattern) ของฝนดังแสดงในรูปที่ 6.2 รูปแบบของฝนนี้จะนำไปคำนวณออกแบบระบบระบายน้ำในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดต่อไป

สภาพของพื้นที่รับน้ำมีผลต่อปริมาณน้ำที่ต้องระบายเนื่องจากพื้นที่ผิวที่แตกต่างกันจะมีอัตราการซึมลงดินและไหลนองต่างกัน ตารางที่ 6.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์น้ำไหลนองที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการออกแบบระบบระบายน้ำ และจะนำมาใช้ในการหาปริมาณน้ำไหลนองของพื้นที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์เพื่อการออกแบบระบบระบายน้ำ

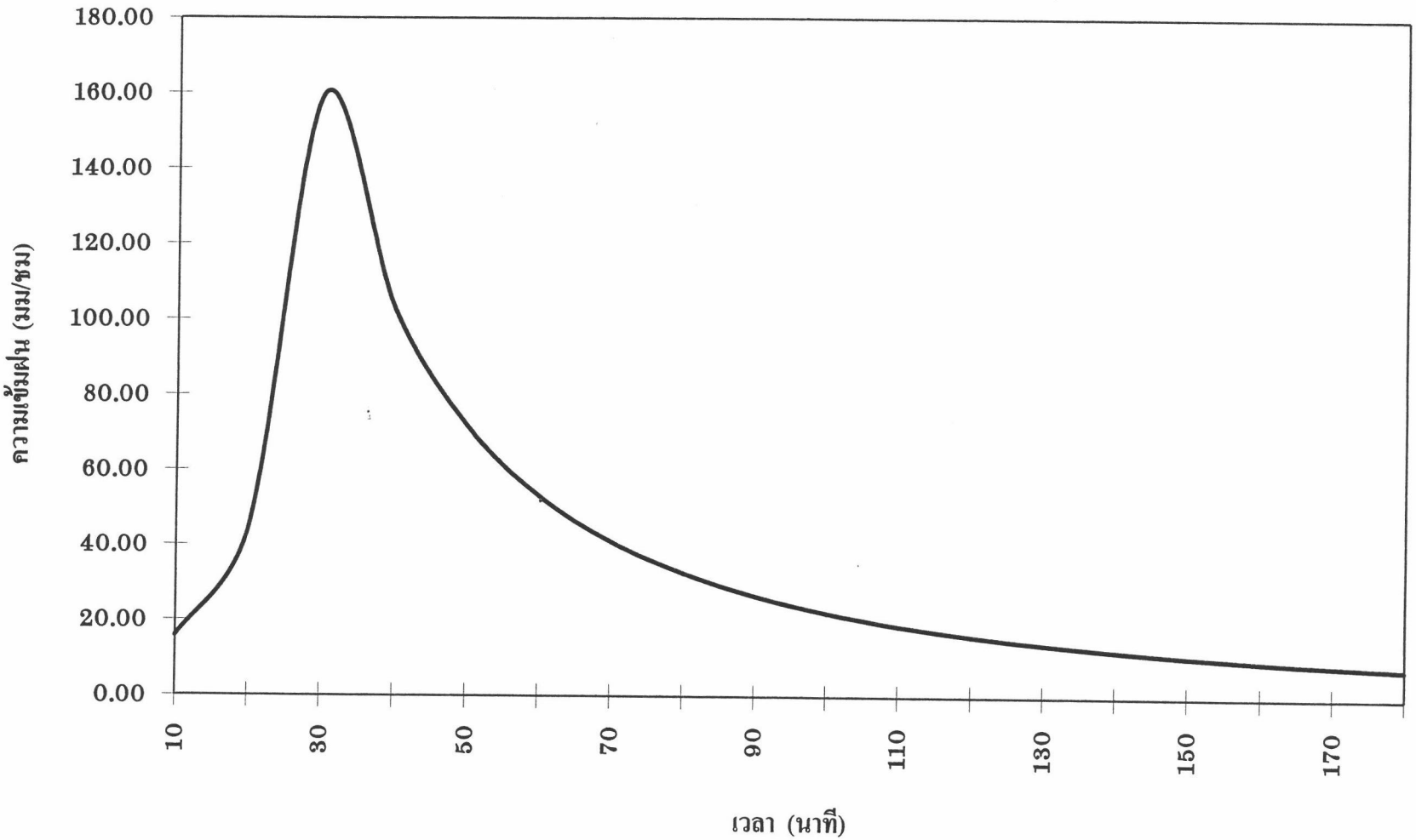
6.2 เกณฑ์การออกแบบ

- ปริมาณน้ำฝนในการออกแบบรอบ 10 ปี

- เวลารวมจุด (time of concentration) ที่น้อยที่สุด = 15 นาที

- ความเร็วของน้ำในระบบไม่ควรเกิน 3.00 เมตร/วินาที สำหรับพื้นผิวคอนกรีตและไม่เกิน 1.00 เมตร/วินาที สำหรับดูดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะ และไม่ควรต่ำกว่า 0.60 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอน

- การคำนวณหาอัตราการไหลในระบบระบายน้ำใช้สมการของ Manning โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (n) ของคอนกรีต = 0.015 และของดิน = 0.025



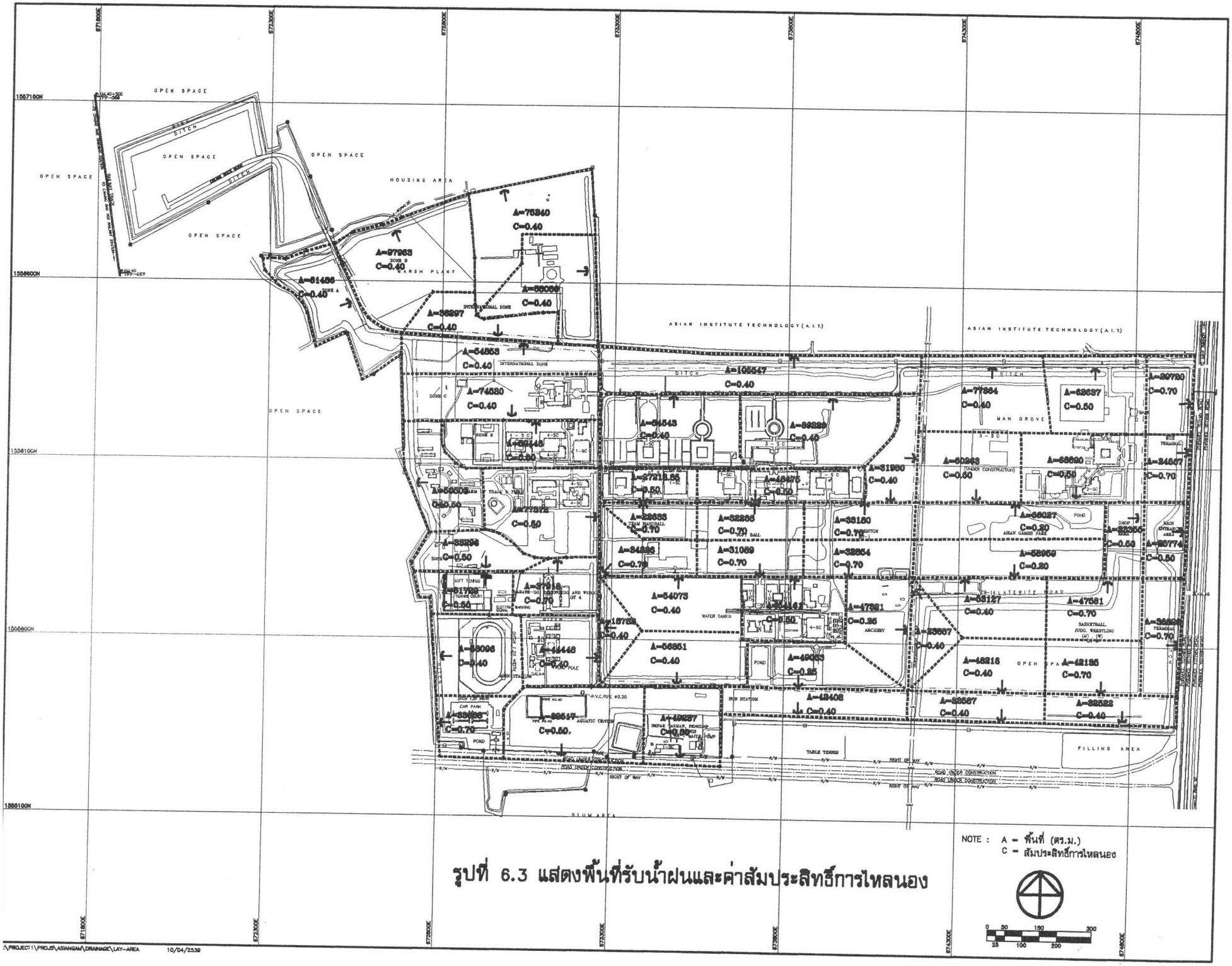
รูปที่ 6.2 แสดงรูปแบบของฝนออกแบบของ จ.นนทบุรี

ตารางที่ 6.1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C) ของพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่าง ๆ

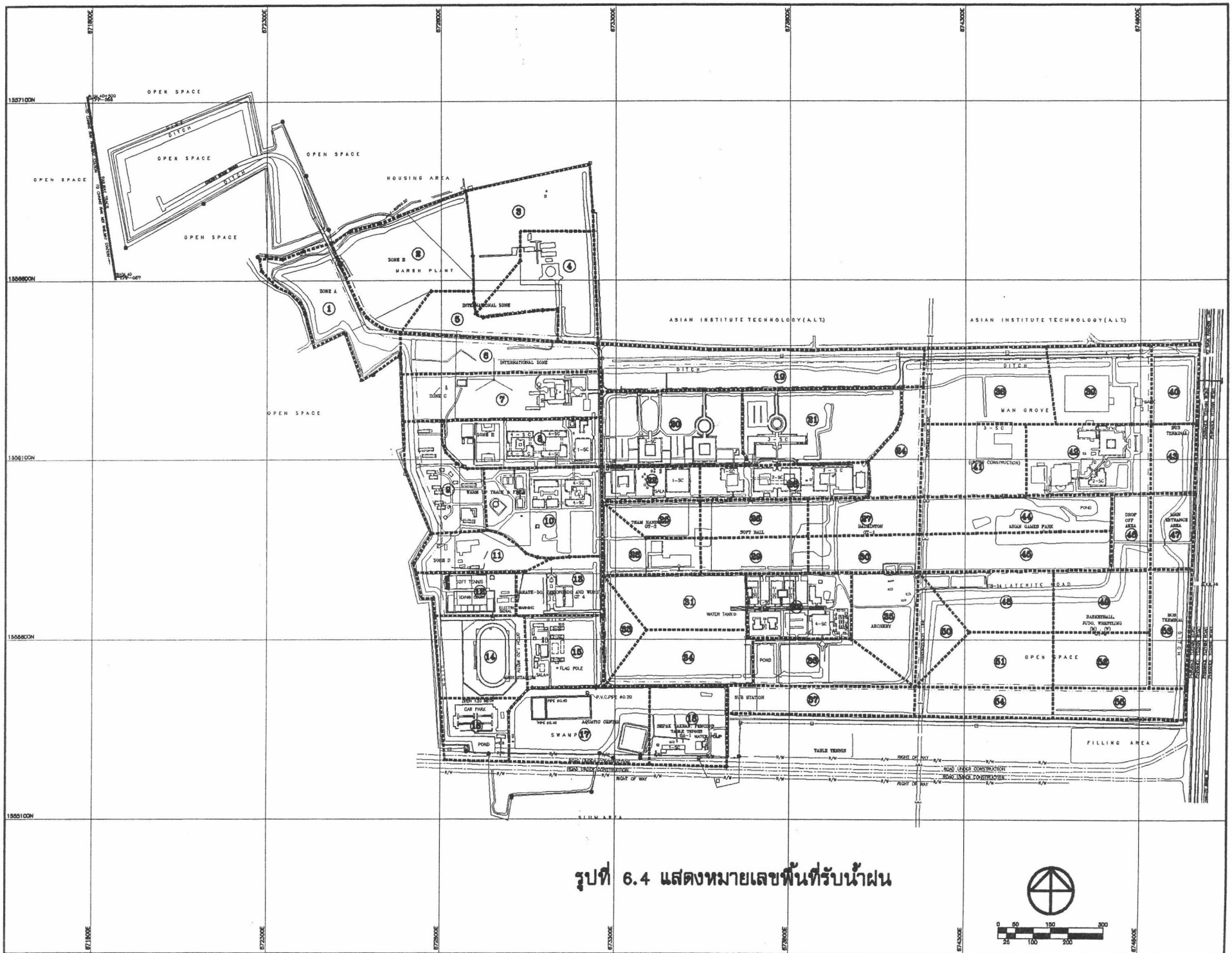
ลักษณะการใช้สอยของพื้นที่	สปส.การไหลนอง
เขตที่พักอาศัย	
ครอบครัวเดี่ยว	0.30-0.50
หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40-0.60
หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60-0.75
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25-0.40
เขตอพาร์ตเมนต์	0.25-0.40
เขตอุตสาหกรรม	0.50-0.70
เบา	0.50-0.80
หนัก	0.60-0.90
สวนสาธารณะ	0.10-0.25
สวนเด็กเล่น	0.20-0.35
สถานีรถไฟ, ชุมทาง	0.20-0.30
ที่รกร้าง	0.20-0.30
พื้นที่เกษตรกรรม	
สนาม, ดินทราย	
เรียบ-ลาด2%	0.50-0.10
ลาด 2-7%	0.10-0.20
ชัน, ลาด 7% ขึ้นไป	0.15-0.20
สนาม, ดินแน่น	
เรียบ-ลาด2%	0.13-0.17
ลาด 2-7%	0.18-0.22
ชัน, ลาด 7% ขึ้นไป	0.25-0.35

6.3 การออกแบบระบบระบายน้ำรวม

การออกแบบระบบระบายน้ำรวมของพื้นที่เริ่มจากการพิจารณาระบบระบายน้ำเดิม สภาพการใช้พื้นที่ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ จากนั้นจึงทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่รับน้ำฝนย่อย ๆ และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของแต่ละพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 6.3 จำนวนพื้นที่รับน้ำฝนมีทั้งหมด 55 แปลง ครอบคลุมพื้นที่ของโครงการได้ทั้งหมด หมายเลขแต่ละแปลงแสดงในรูปที่ 6.4 หลังจากนั้นจึงกำหนดผังคำนวณ (diagram) ของระบบระบายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 6.5 ทั้งนี้ ระบบระบายน้ำที่กำหนดขึ้นจะสอดคล้องกับระบบระบายเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน เมื่อทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนและกำหนดผังคำนวณระบบระบายน้ำแล้วจึงทำการถอดข้อมูลจากแบบรวมทั้งข้อมูลฝนที่ได้

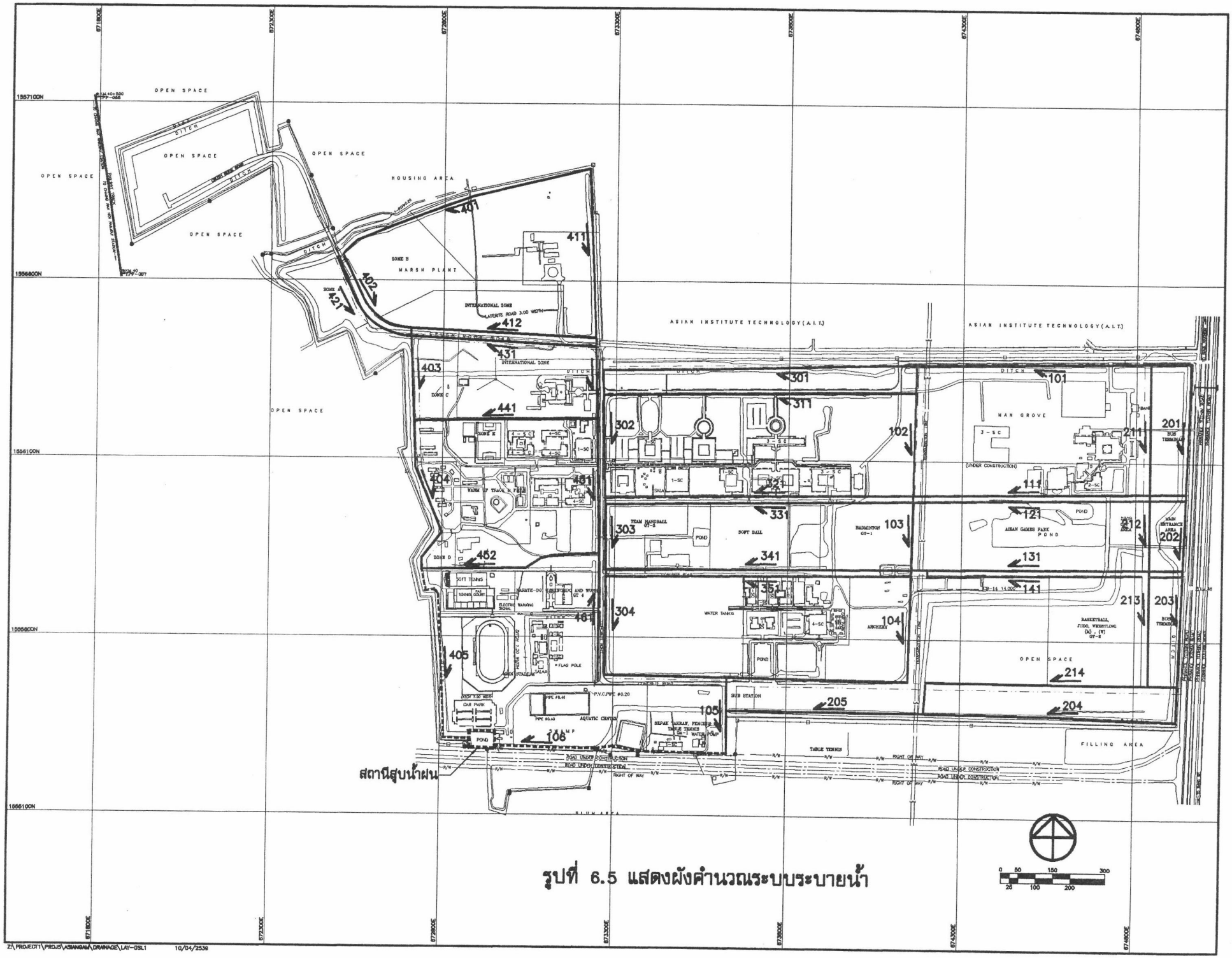


รูปที่ 6.3 แสดงพื้นที่รับน้ำฝนและค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง



รูปที่ 6.4 แสดงหมายเลขพื้นที่รับน้ำฝน

Z:\PROJECT1\PROJS\ASIANGAM\DRAINAGE\LAY-ARE1 10/04/2539

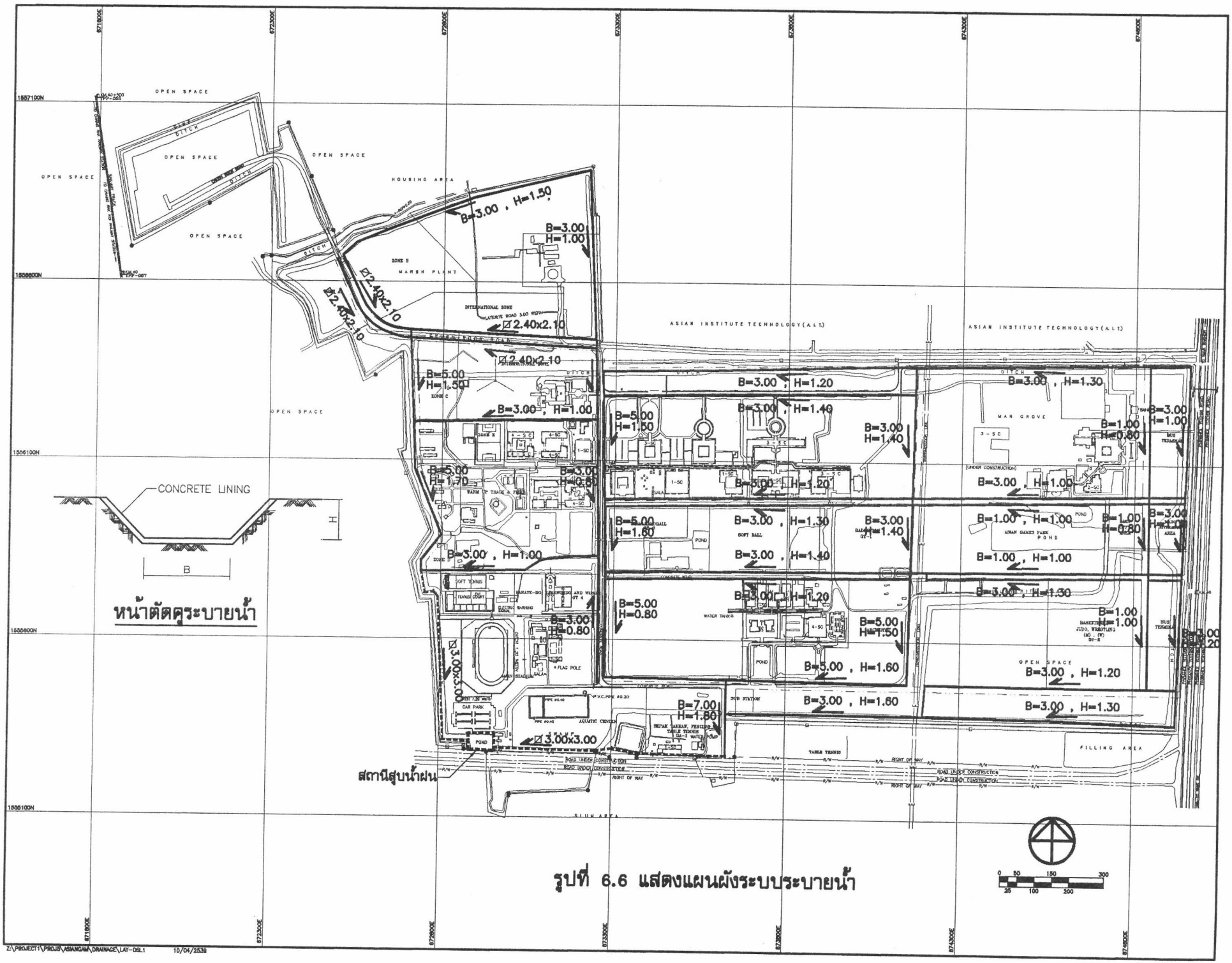


รูปที่ 6.5 แสดงผังคำนวณระบบระบายน้ำ

เตรียมไว้ก่อนหน้านี้เพื่อเตรียมเป็นข้อมูลเข้าป้อนให้กับโปรแกรม SWMM ต่อไป การป้อนข้อมูลเข้าให้กับโปรแกรม SWMM ทำโดยการใช้โปรแกรม CU-SWMM เป็นเครื่องมือในการจัดการทั้งหมด หลักจากนั้นจึงทำการจำลองสภาพการทำงานของระบบระบายน้ำไปพร้อมกับการปรับแต่งขนาดของทางระบายน้ำให้มีขนาดเหมาะสมที่สุดนั่นคือ มีขนาดที่เล็กที่สุดที่จะสามารถระบายน้ำได้ทันข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ของโปรแกรม SWMM แสดงไว้ในภาคผนวก ง. ผลจากการจำลองสภาพการทำงานของระบบระบายน้ำและการปรับแต่งทางระบายน้ำ จะได้ทางระบายน้ำที่มีความเหมาะสมกับขนาดของพื้นที่และระบบระบายน้ำเดิมดังแสดงไว้ในรูปที่ 6.6 ทางระบายน้ำส่วนใหญ่จะเป็นรางระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมูแต่งผิวด้วยการดาดคอนกรีตเพื่อให้ทำการก่อสร้างเพิ่มเติมจากระบบระบายน้ำเดิมได้ง่ายและประหยัดงบประมาณ แต่มีบางส่วนเป็นท่อระบายน้ำสี่เหลี่ยมเพื่อให้เกิดความสวยงามและสามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ด้านบนได้

6.4 การประเมินราคาเบื้องต้น

ระบบระบายน้ำที่ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ 6.3 ได้ถูกนำมาประเมินหาราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้นของระบบโดยใช้ส่วนประเมินราคาของโปรแกรม CU-SWMM ส่วนประเมินราคาจะทำการตรวจสอบเพื่อหา Transport block ของข้อมูลเข้า เมื่อพบแล้วจะทำการอ่านข้อมูลระบบระบายน้ำเพื่อรอการคำนวณราคาประเมินต่อไป หลังจากนั้นจึงทำการป้อนข้อมูลราคาซึ่งในกรณีศึกษานี้ ประเภทของทางระบายน้ำที่ใช้มีอยู่ 2 ประเภทคือ ท่อระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยม และรางระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมู รายละเอียดของข้อมูลราคาที่ป้อนให้กับส่วนประเมินราคาแสดงในรูปที่ 6.7 และ 6.8 ราคาเหล่านี้เป็นราคาจริงที่ใช้ในการคำนวณราคาค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำในปัจจุบัน เมื่อทำการคำนวณรวมเสร็จสิ้นแล้ว จะได้ราคารวมดังแสดงในรูปที่ 6.9 โดยจะเป็นราคาทางระบายน้ำ 38.20 ล้านบาท ราคาดินขุด 7.09 ล้านบาท ราคาดินถม 0.86 ล้านบาท ราคาเข็มพืด 3.34 ล้านบาท และราคาดาดคอนกรีต 47.78 ล้านบาท ทั้งนี้จะไม่มีราคาซ่อมผิวจราจรเนื่องจากท่อระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมที่ใช้ไม่ได้วางอยู่ใต้ผิวจราจร รวมเป็นราคาก่อสร้างเพื่อปรับปรุงระบบระบายน้ำของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ทั้งสิ้นประมาณ 97.25 ล้านบาท (ดูรูปที่ 6.9) แต่ปริมาณดินขุดที่แท้จริงจะมีค่าน้อยกว่าค่าที่โปรแกรมคำนวณได้ เนื่องจากในพื้นที่ที่มีคูระบายน้ำเดิมอยู่แล้ว ดังนั้นราคาที่คำนวณได้จะสูงกว่าราคาที่แท้จริงบ้างเล็กน้อย



รูปที่ 6.6 แสดงแผนผังระบบระบายน้ำ

Cost Estimate CU-SWMM Version 1.0

Rectangular Pipe Cost

1.20 m. x 1.20 m.	:	2835 Baht/m.
1.50 m. x 1.20 m.	:	3870 Baht/m.
1.50 m. x 1.50 m.	:	4320 Baht/m.
1.80 m. x 1.50 m.	:	4905 Baht/m.
1.80 m. x 1.80 m.	:	5605 Baht/m.
2.10 m. x 1.80 m.	:	6650 Baht/m.
2.10 m. x 2.10 m.	:	7740 Baht/m.
2.40 m. x 2.10 m.	:	9090 Baht/m.
2.40 m. x 2.40 m.	:	10530 Baht/m.
2.70 m. x 2.40 m.	:	12150 Baht/m.
2.70 m. x 2.70 m.	:	13950 Baht/m.
3.00 m. x 2.70 m.	:	15840 Baht/m.
3.00 m. x 3.00 m.	:	17820 Baht/m.

Please enter data of each item ...

รูปที่ 6.7 แสดงราคาต่อหน่วยของท่อระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมของกรณีศึกษา

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	:	0 Baht/sq.m.
Minimum cover depth	:	0.60 m.
Minimum freeboard	:	0.20 m.
Excavation side slope	:	1.0
Depth to use sheet pile	:	1.50 m.

Please enter data of each item ...

รูปที่ 6.8 แสดงราคาต่อหน่วยของงานดินของกรณีศึกษา

Cost Estimate CU-SWMM Version 1.0

Total Cost

Total element cost	:	38195100.00 Baht.
Total excavation cost	:	7092157.50 Baht.
Total backfill cost	:	845748.00 Baht.
Total sheet pile cost	:	3338500.00 Baht.
Total concrete lining cost	:	47775967.59 Baht.
Total pavement repair cost	:	0.00 Baht.
Grand Total		97247473.09 Baht.

Press any key to return ...

รูปที่ 6.9 แสดงราคารวมการปรับปรุงระบบระบายน้ำมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต