หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การออกแบบระบบระบายน้ำโดยไมโครคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้มีบทบาทมากขึ้นทั้งการออกแบบและการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้มีขนาดเล็กลงและยังทำให้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกลง เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กและราคาถูกนี้ก็คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ และเนื่องจากภาษาที่ใช้กับคอมพิวเตอร์มีหลายภาษาที่ใช้กันอยู่ ได้แก่ C, PASCAL, BASIC, FORTRAN, ASSEMBLY เป็นต้น แต่ภาษาที่ง่ายที่สุดในการศึกษาโดยไม่ต้องใช้เวลามากนักและง่ายแก่การเข้าใจ คือภาษา BASIC ซึ่งในการเขียนโปรแกรมนี้ใช้ BASICA ที่ใช้กับเครื่องฯ IBM และ IBM compatible เท่านั้น

4.1 แนวคิดการจัดวางโปรแกรมในงานวิจัยนี้

การออกแบบระบบระบายโดยไมโครคอมพิวเตอร์ อาศัยขั้นตอนการออกแบบเหมือนกับการออกแบบระบบท่อปกติ ส่วนในการเขียนโปรแกรมสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้ว่าเมื่อเริ่มต้นใช้โปรแกรมจะปรากฏเมนูบนจอให้เลือกการทำงานซึ่งในเมนูเลือกการทำงานนี้ผู้วิจัยได้วางแผนให้มีตัวเลือกได้ 3 ตัว คือ

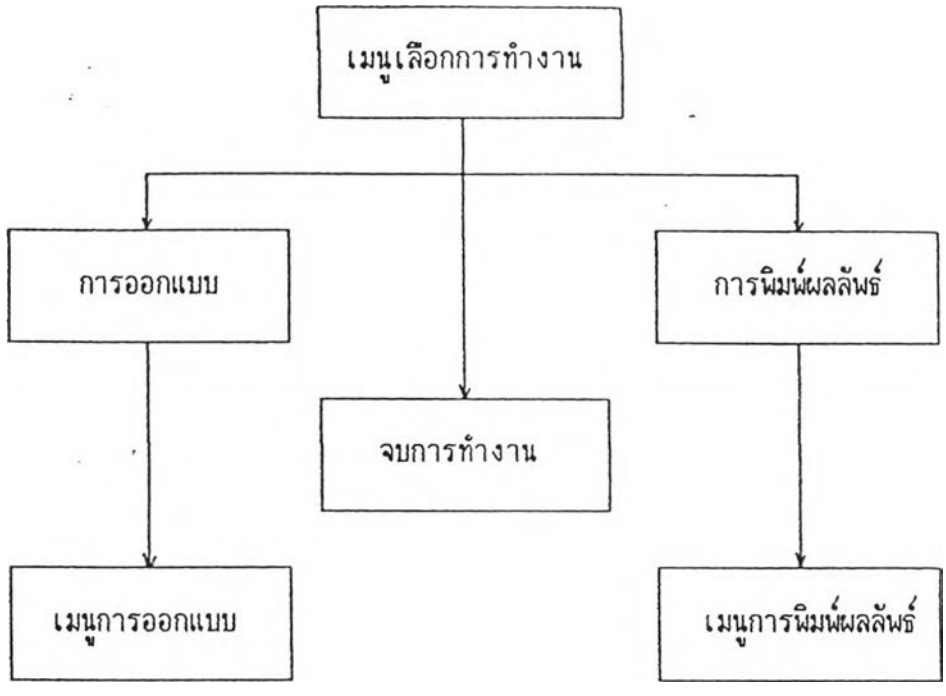
ก. เลือกการออกแบบระบบระบาย
ข. เลือกการพิมพ์ผลลัพธ์
ค. จบการทำงาน

ซึ่งสามารถเขียนขั้นตอนของโปรแกรมในการออกแบบเป็น flow chart ได้ดังรูปที่ 4.1

กรณีเลือกการออกแบบระบบระบาย (หรือเลือก ก.) ผู้วิจัยก็เขียนโปรแกรมให้ว่าจะปรากฏเมนูการออกแบบให้เลือกต่อไป กล่าวคือมีตัวให้เลือกอีก 4 ตัวเลือก ดังนี้

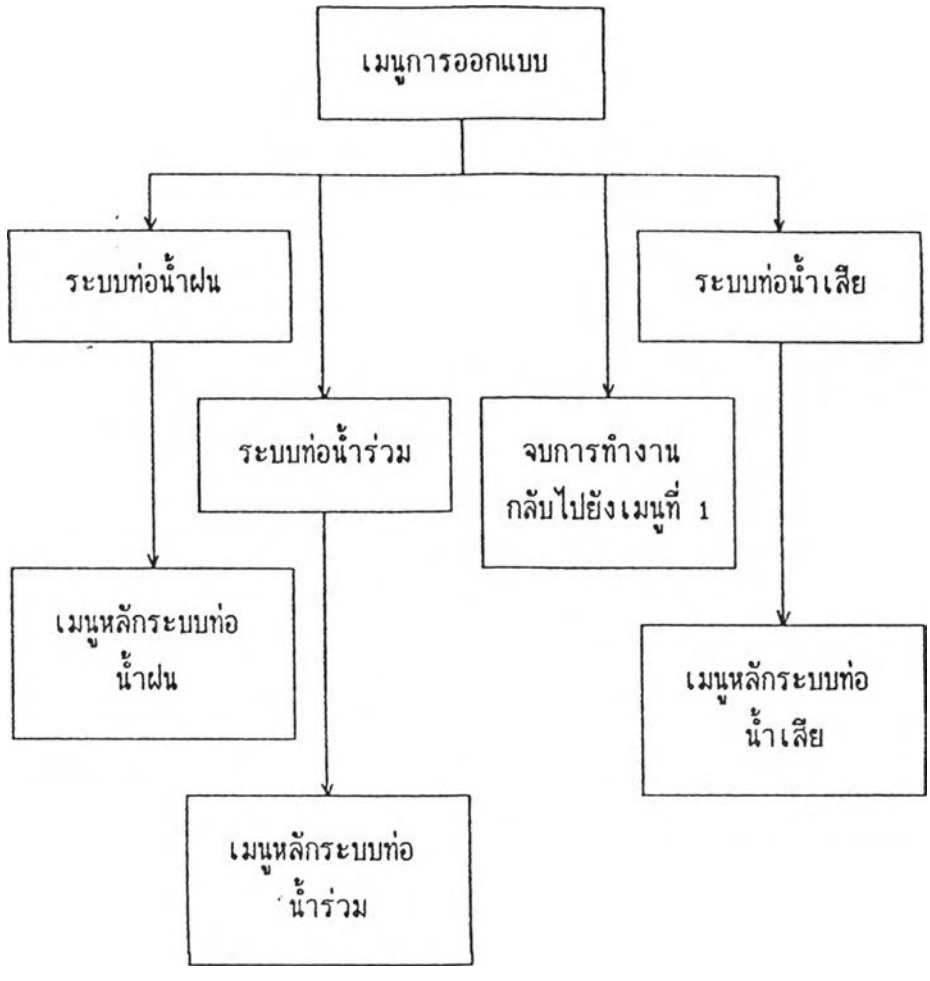
ก. การออกแบบระบบระบายน้ำฝน
ข. การออกแบบระบบระบายน้ำร่วม
ค. การออกแบบระบบระบายน้ำเสีย
ง. จบการออกแบบระบบระบายกลับไปยังเมนูเลือกการทำงาน

ถ้าเลือก ข. ผู้วิจัยวางแผนไว้ว่าจะปรากฏ**เมนูการพิมพ์ผลลัพธ์** ซึ่งหลักการทำงานจะได้กล่าวในภายหลัง (รูปที่ 4.18) แต่ถ้าเลือก ค. ผู้วิจัยวางแผนไว้ว่าจะให้เป็นการจบการทำงานทั้งหมด แล้วจะออกไปยัง A>



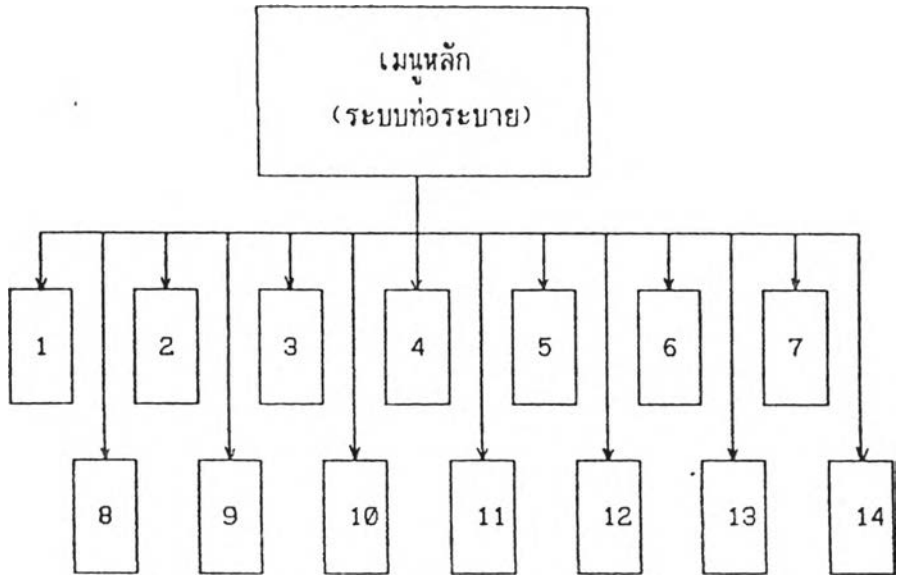
รูปที่ 4.1 แสดง flow chart ของเมนูที่ 1 (เมนูเลือกการทำงาน)

ขั้นตอนการทำงาน (กรณีเลือก ก.) ดูได้ใน flow chart รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดง flow chart ของเมนูที่ 2 (เมนูเลือกระบบระบาย)

เมื่อเข้ามาในโปรแกรมการออกแบบแล้วจะปรากฏเมนูหลักให้เลือกการทำงาน โดยการออกแบบทั้ง 3 ระบบระบาย (ก ,ข หรือ ค) จะมีการระบบเลือกเหมือนกัน และการเลือกก็เป็นไปตาม flow chart รูปที่ 4.3

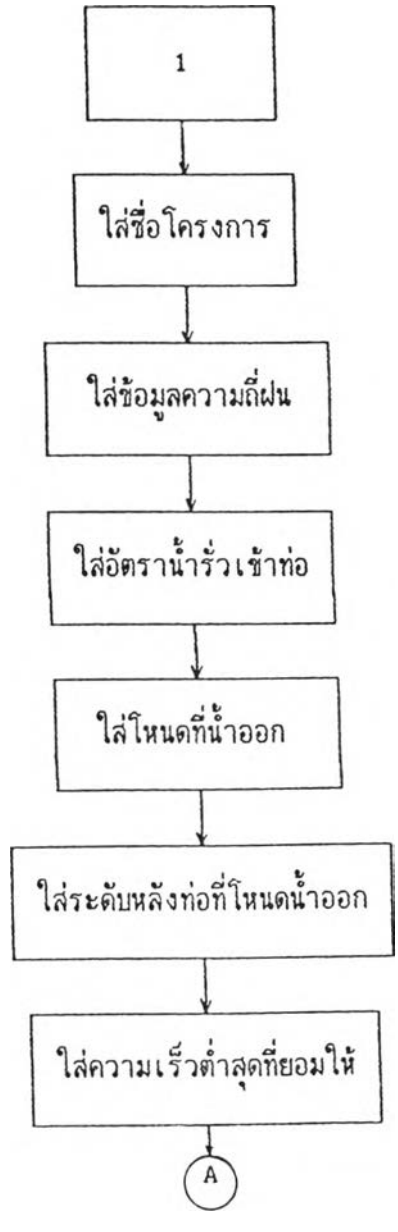


รูปที่ 4.3 แสดง flow chart ของเมนูหลัก

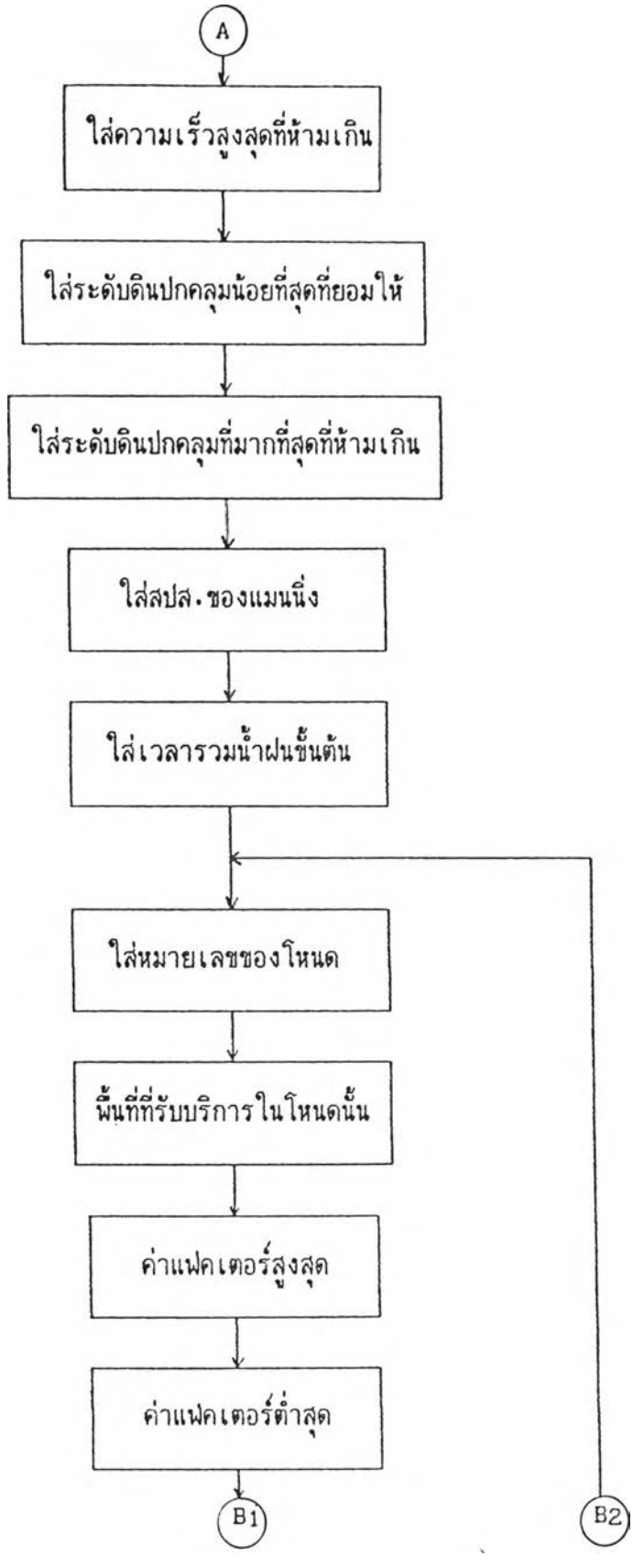
หมายเลข 1 หมายถึง การป้อนข้อมูลทางแป้นตัวอักษร
หมายเลข 2 หมายถึง การป้อนข้อมูลทางแผ่นจาน
หมายเลข 3 หมายถึง การเรียกข้อมูลมาดู
หมายเลข 4 หมายถึง การแก้ลักษณะสมบัติของระบบที่ได้ป้อนเข้าไป
หมายเลข 5 หมายถึง การเพิ่มโหนด
หมายเลข 6 หมายถึง การลบโหนด
หมายเลข 7 หมายถึง การเปลี่ยนข้อมูลในโหนด
หมายเลข 8 หมายถึง การเพิ่มลิ้งค์
หมายเลข 9 หมายถึง การลบลิ้งค์
หมายเลข 10 หมายถึง การเปลี่ยนข้อมูลในลิ้งค์
หมายเลข 11 หมายถึง การสั่งให้เครื่องฯทำการคำนวณ
หมายเลข 12 หมายถึง การเก็บข้อมูลเข้าแผ่นจาน
หมายเลข 13 หมายถึง เริ่มต้นการคำนวณชุดใหม่

หมายเลข 14 หมายถึง การกลับไปยังเมนู 2

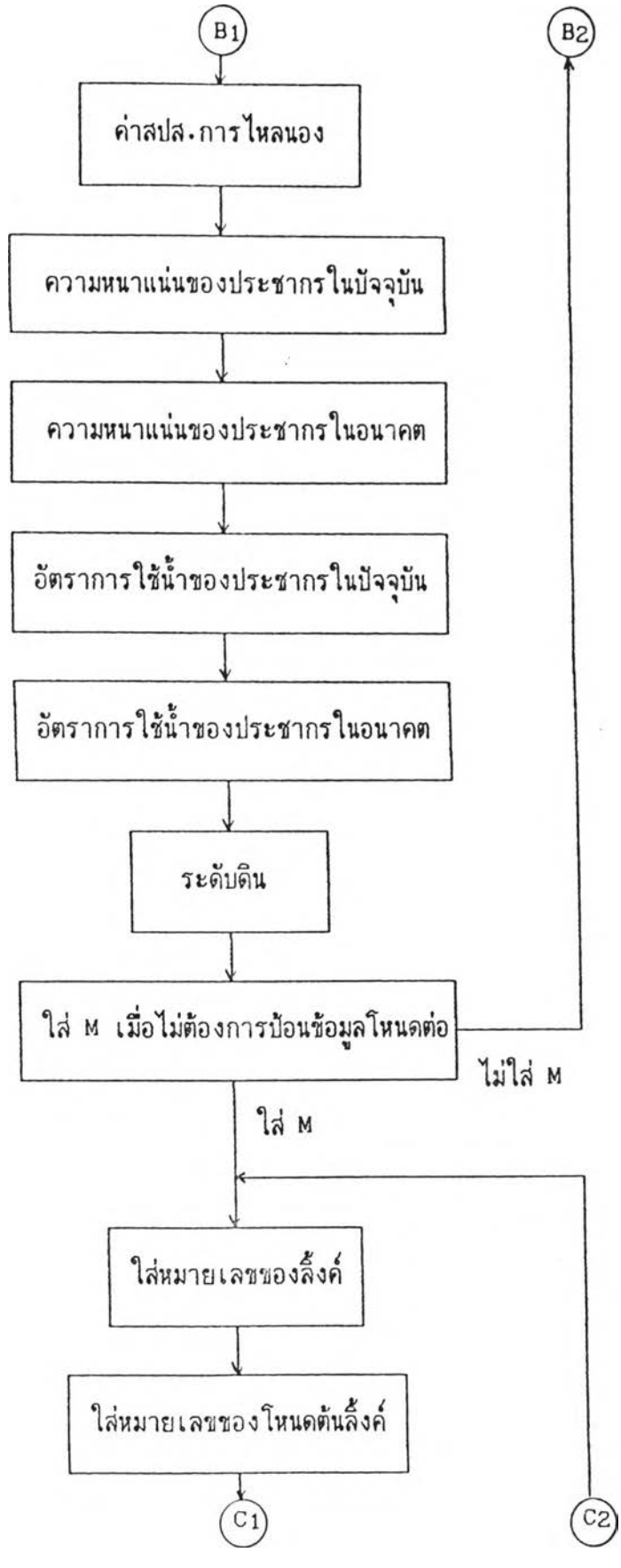
กรณีเลือกหมายเลข 1 การป้อนข้อมูลทางแป้นตัวอักษร (ในที่นี้จะยกตัวอย่างของกรณี ค. หรือกรณีของระบบน้ำร่วม) ผู้วิจัยวางแผนไว้ว่าในช่วงนี้จะเป็นช่วงที่วิศวกรต้องป้อนข้อมูลดิบ และรายละเอียด หรือข้อกำหนดต่างๆ เข้าเครื่องฯเพื่อให้เครื่องฯรับรู้และเก็บไว้ในหน่วยความจำ เพื่อนำมาคำนวณต่อในภายหลัง รูปแบบของการทำงาน (หรือป้อนข้อมูล)ส่วนนี้เป็นดังข้างล่างนี้



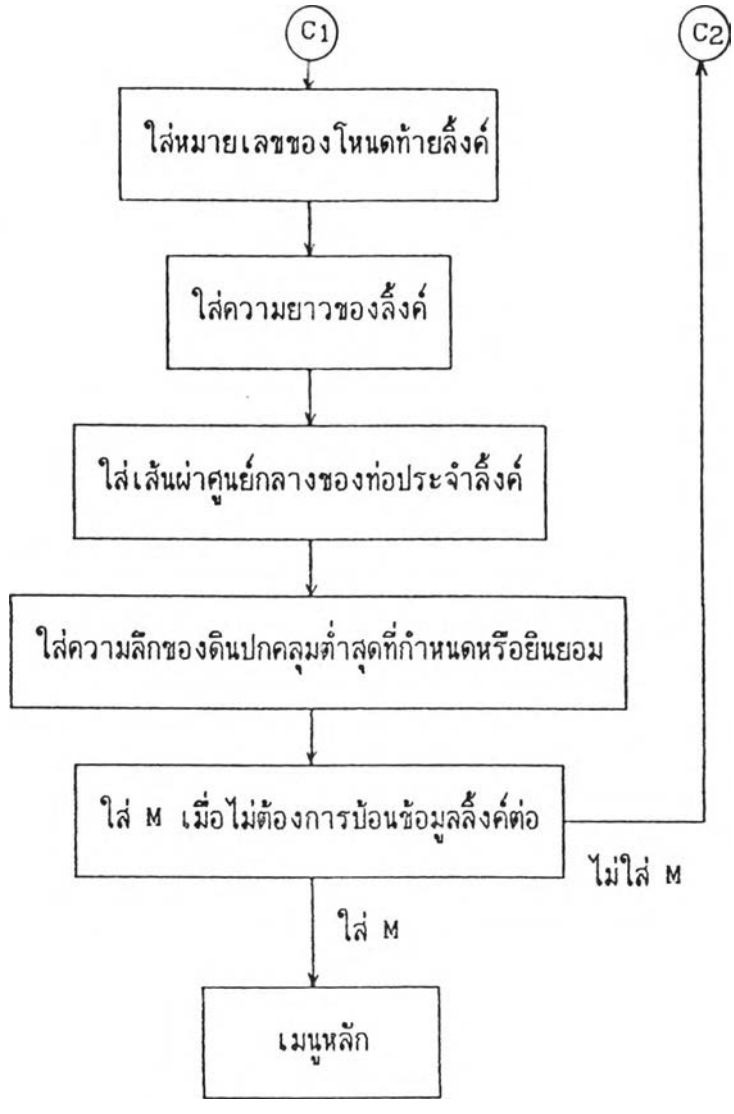
รูปที่ 4.4 แสดง flow chart ของการป้อนข้อมูลทางแป้นตัวอักษร



รูปที่ 4.4 แสดง flow chart ของการป้อนข้อมูลทางแป้นตัวอักษร (ต่อ)

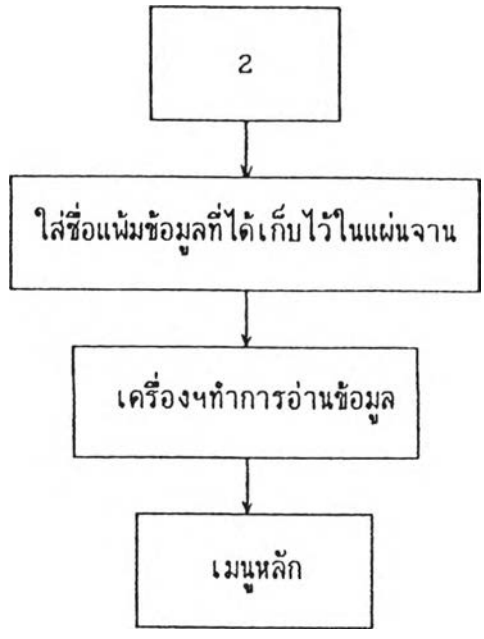


รูปที่ 4.4 แสดง flow chart ของการป้อนข้อมูลทางแป้นตัวอักษร (ต่อ)



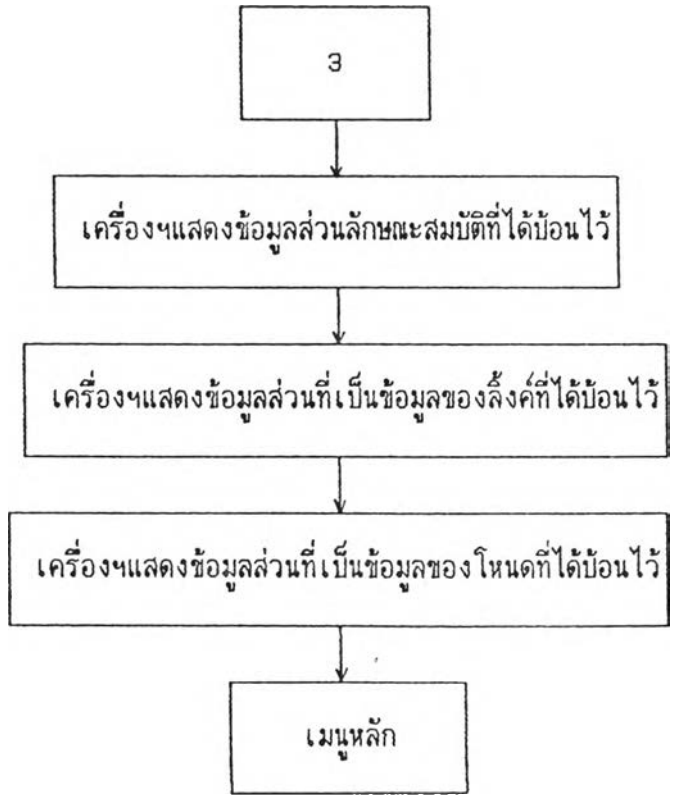
รูปที่ 4.4 แสดง flow chart ของการป้อนข้อมูลทางแป้นตัวอักษร(ต่อ)

กรณีเลือกหมายเลข 2 หรือการป้อนข้อมูลจากแผ่นจาน : เพื่อความสะดวกของการใช้โปรแกรม ผู้วิจัยได้จัดให้การทำงานของโปรแกรม กล่าวคือการป้อนข้อมูลแยกออกจากขั้นตอนการคำนวณ ผู้ใช้โปรแกรมจึงสามารถปฏิบัติงานด้านป้อนข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียว กล่าวคือในการป้อนข้อมูลนั้น ขั้นแรกผู้ใช้ฯต้องป้อนข้อมูลโดยเลือกหมายเลข 1 ก่อน เมื่อป้อนเสร็จก็ต้องเก็บข้อมูลนั้นไว้โดยการเลือกขั้นตอนทำงานอีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นหมายเลข 12 และเมื่อต้องการนำข้อมูลนั้นมาใช้ก็สามารถนำมาใช้ได้ โดยกำหนดให้ใช้การเลือกหมายเลข 2 (ดังรูปที่ 4.5)



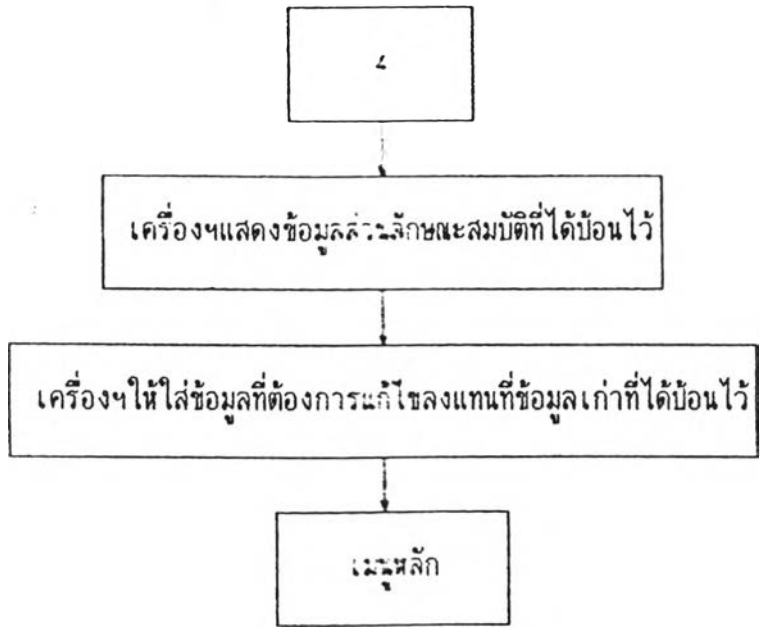
รูปที่ 4.5 แสดง flow chart ของการป้อนข้อมูลจากแผ่นจาน

กรณีเลือกหมายเลข 3 ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นการเรียกข้อมูลมาดู ซึ่งมีขั้นตอนการทำโปรแกรมเป็นดังรูป 4.6



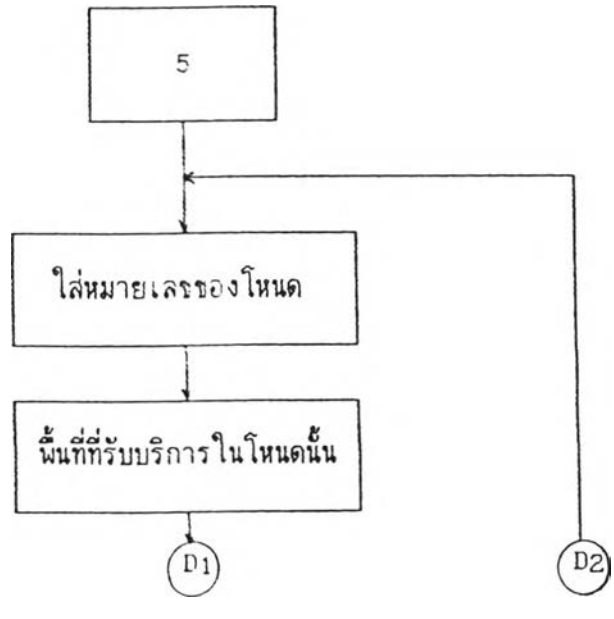
รูปที่ 4.6 แสดง flow chart ของการเรียกข้อมูลมาดู

กรณีเลือกหมายเลข 4 ผู้วิจัยวางแผนให้เป็นส่วนที่ผู้ใช้ฯต้องการเปลี่ยนลักษณะสมบัติของระบบฯ โดยจัดให้การทำงานเป็นขั้นตอนตามรูป 4.7

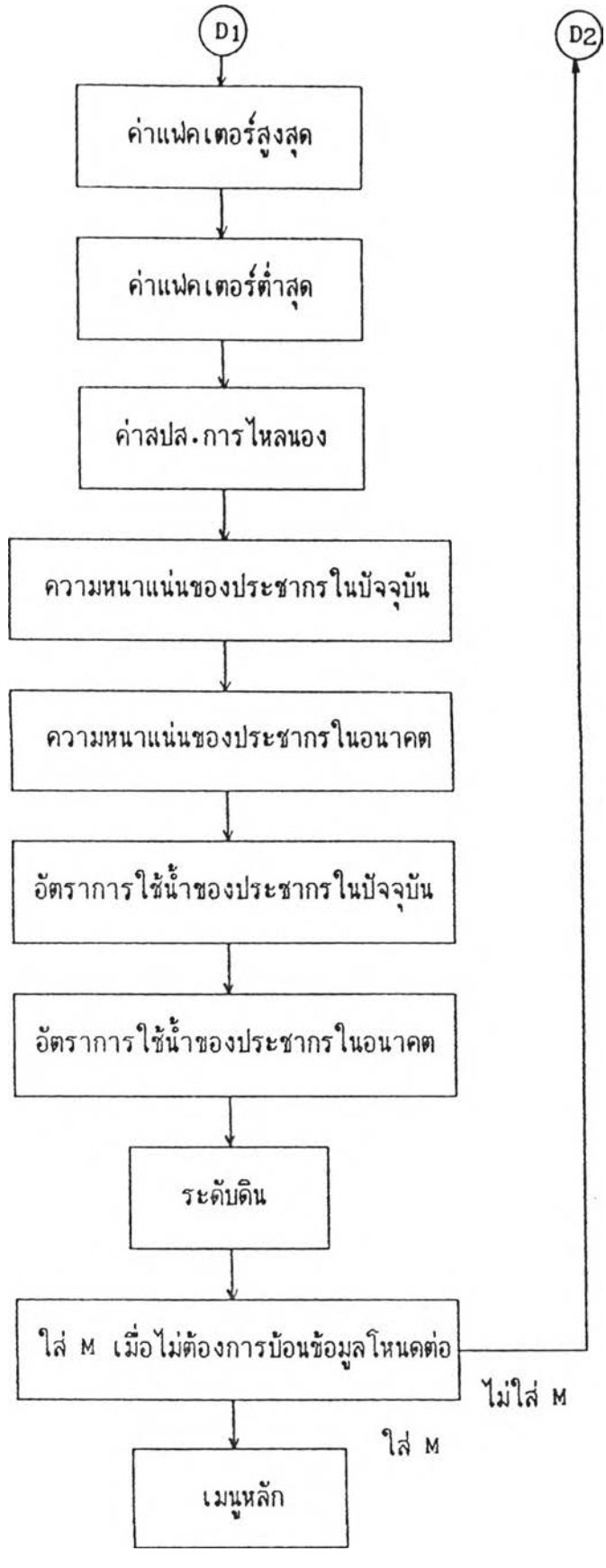


รูปที่ 4.7 แสดง flow chart ของการแก้ไขข้อมูลลักษณะสมบัติ

กรณีเลือกหมายเลข 5 การเพิ่มโหนด : เพื่อความสะดวกแก่การใช้โปรแกรมในทางปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงให้มีโอกาสแก่ผู้ใช้ฯสามารถเพิ่มข้อมูลโดยการเพิ่มโหนด ณ เวลาใดๆก็ได้ โดยมีการทำงานดังรูป 4.8



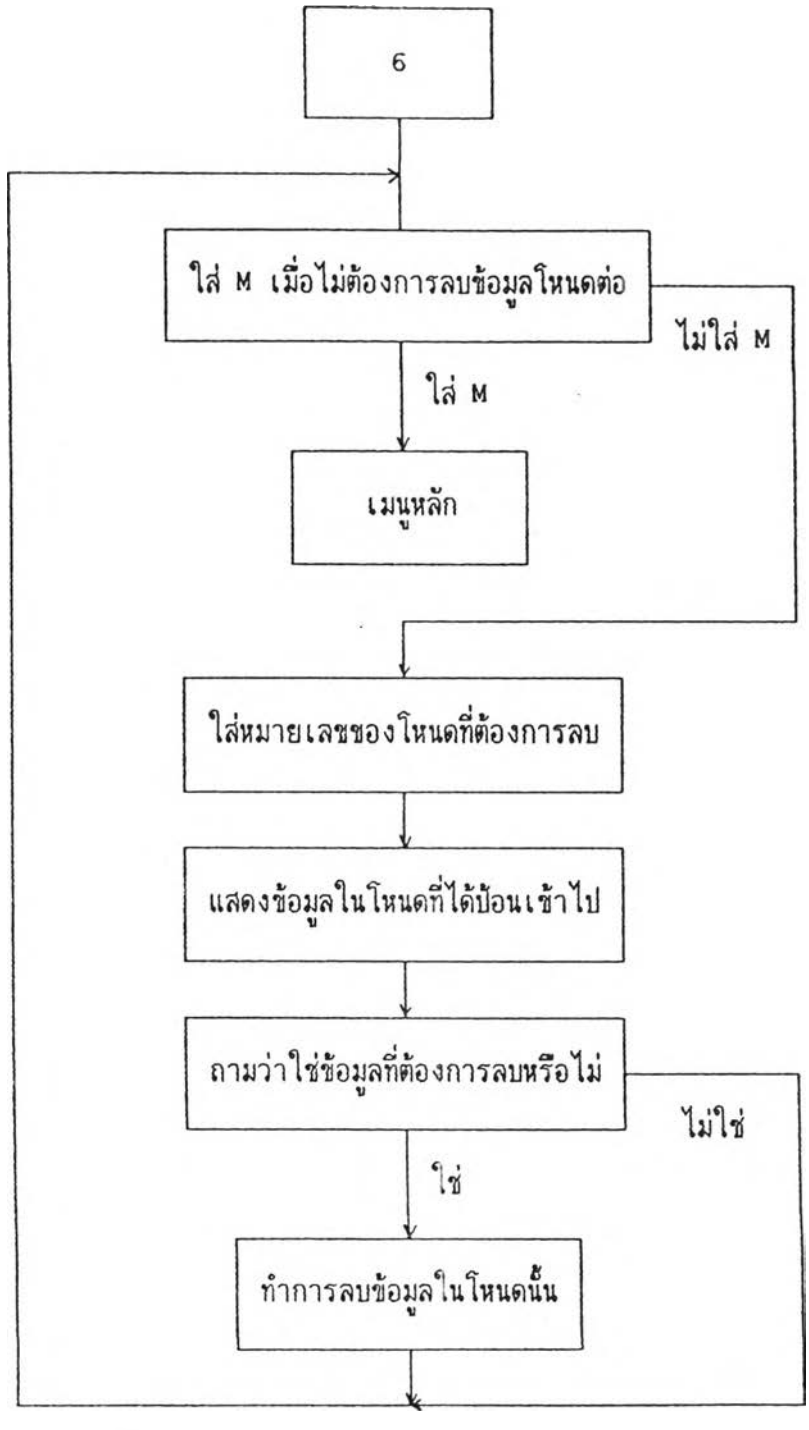
รูปที่ 4.8 แสดง flow chart ของการเพิ่มโหนด



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

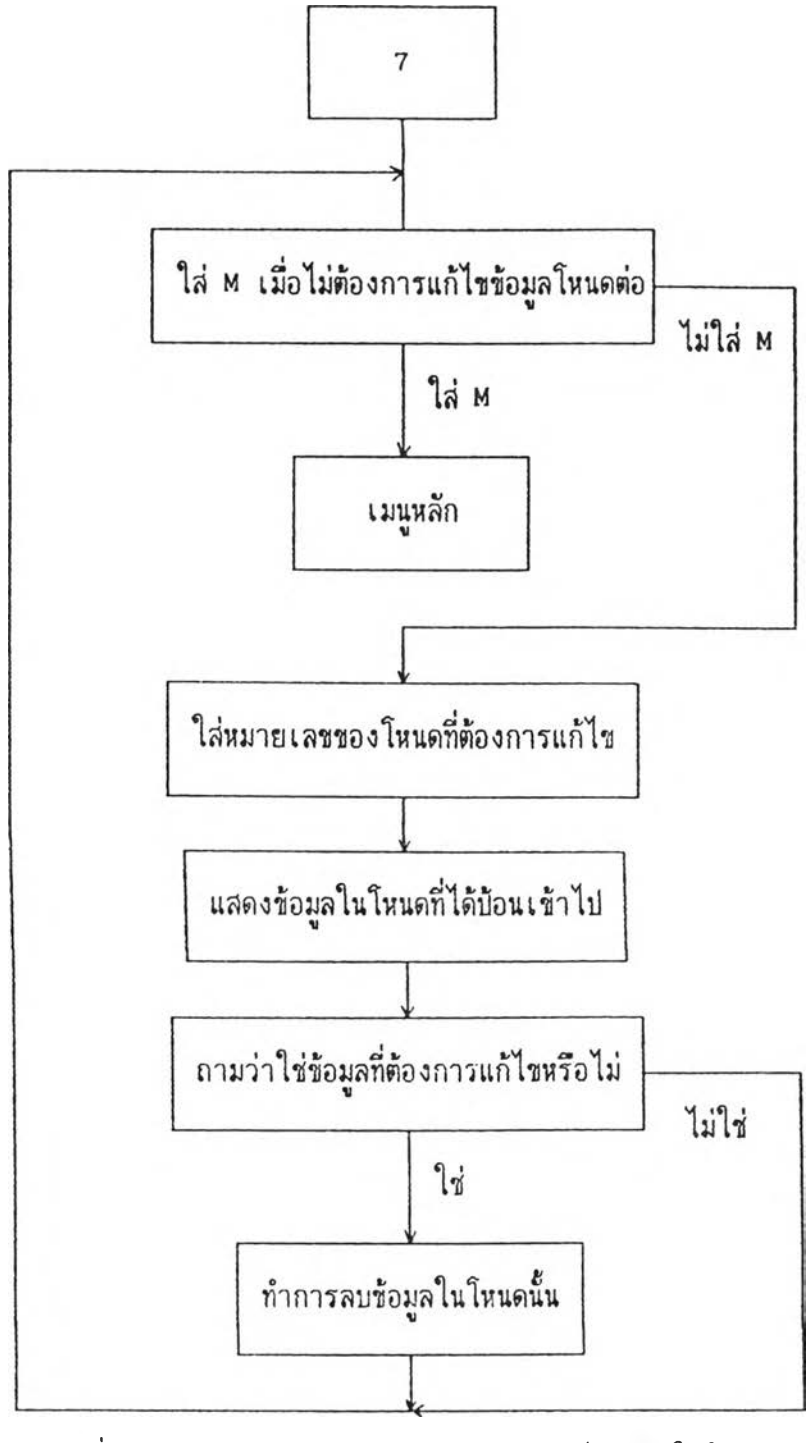
รูปที่ 4.8 แสดง flow chart ของการเพิ่มโหนด(ต่อ)

กรณีเลือกหมายเลข 6 การลบโหนด : ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงหรือแก้ไขระบบระบายที่วางแผนไว้ ผู้ใช้ฯอาจต้องการลบข้อมูลบางส่วนออก ผู้วิจัยจึงได้จัดให้มีโอกาสนี้ขึ้น โดยเป็นไปตามผังของรูปที่ 4.9 ข้างล่างนี้



รูปที่ 4.9 แสดง flow chart ของการลบโหนด

กรณีเลือกหมายเลข 7 การเปลี่ยนลักษณะสมบัติของโหนด : เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้ฯเช่นเดียวกัน ผู้วิจัยจึงจัดให้มีการเปลี่ยนลักษณะสมบัติของโหนดได้ โดยมีการทำงานดังรูป 4.10



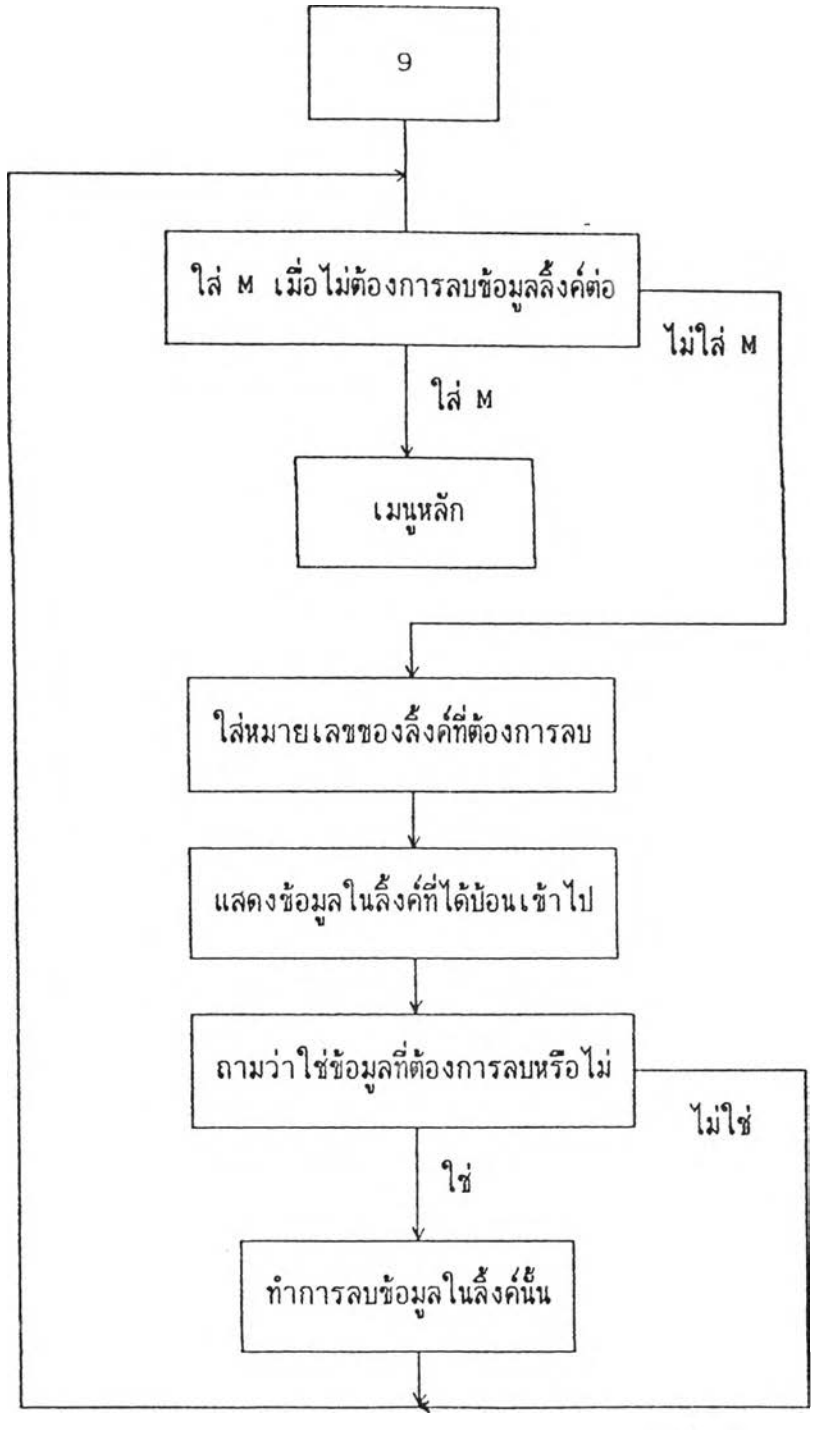
รูปที่ 4.10 แสดง flow chart ของการแก้ไขข้อมูลในโหนด

กรณีเลือกหมายเลข 8 การเพิ่มลิ้งค์ : สาเหตุที่ต้องมีการเพิ่มลิ้งค์ก็เช่นเดียวกับการเพิ่มโหนด โดยมีการทำงานดังรูป 4.11

รูปที่ 4.11 แสดง flow chart ของการเพิ่มลิ้งค์

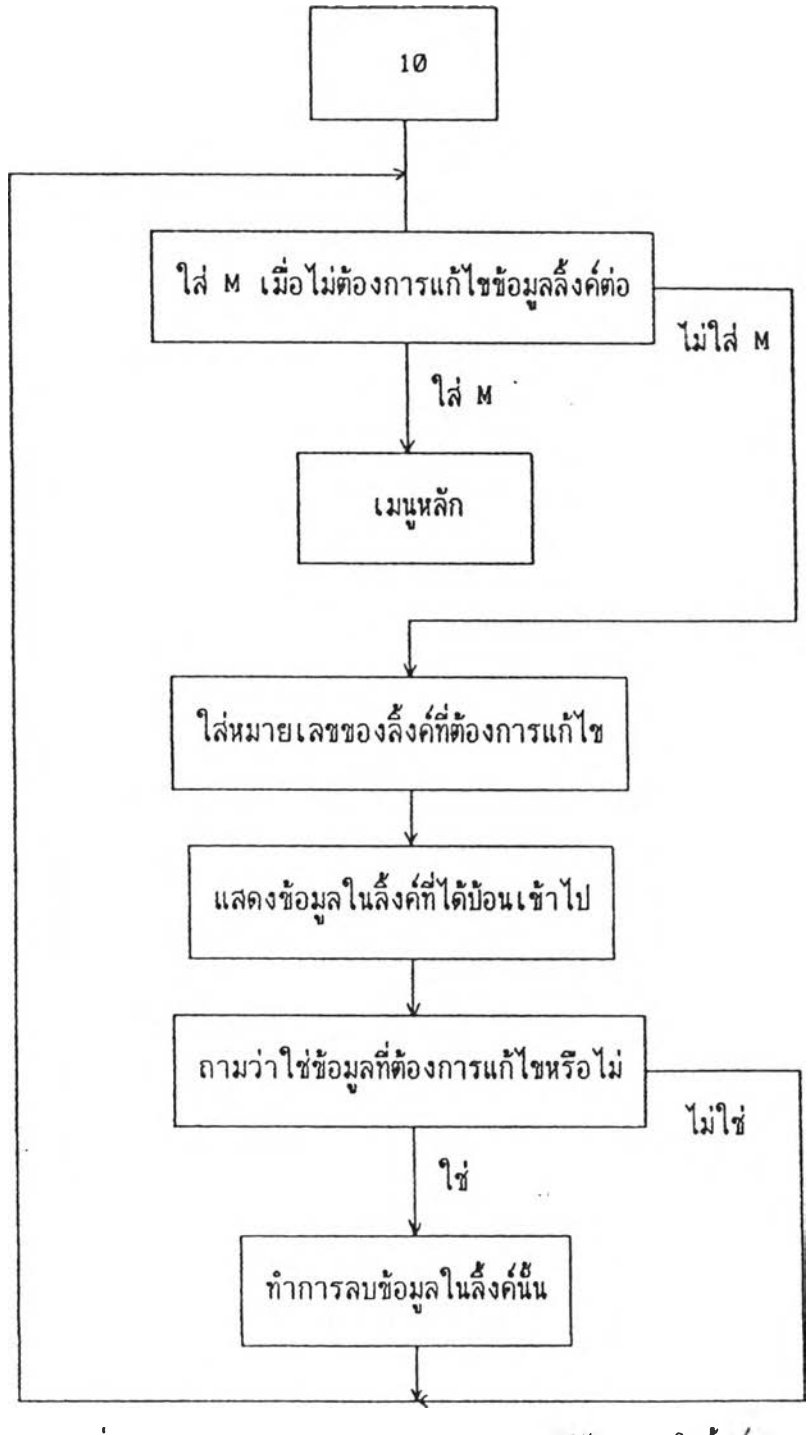
I 10293541

กรณีเลือกหมายเลข 9 การลบลิ้งค์ : ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงหรือแก้ไขระบบระบายที่วางแผนไว้ ผู้ใช้ฯอาจต้องการลบข้อมูลบางส่วนออก ผู้วิจัยจึงได้จัดให้มีโอกาสนี้ขึ้น โดยเป็นไปตามผังของรูปที่ 4.12 ข้างล่างนี้



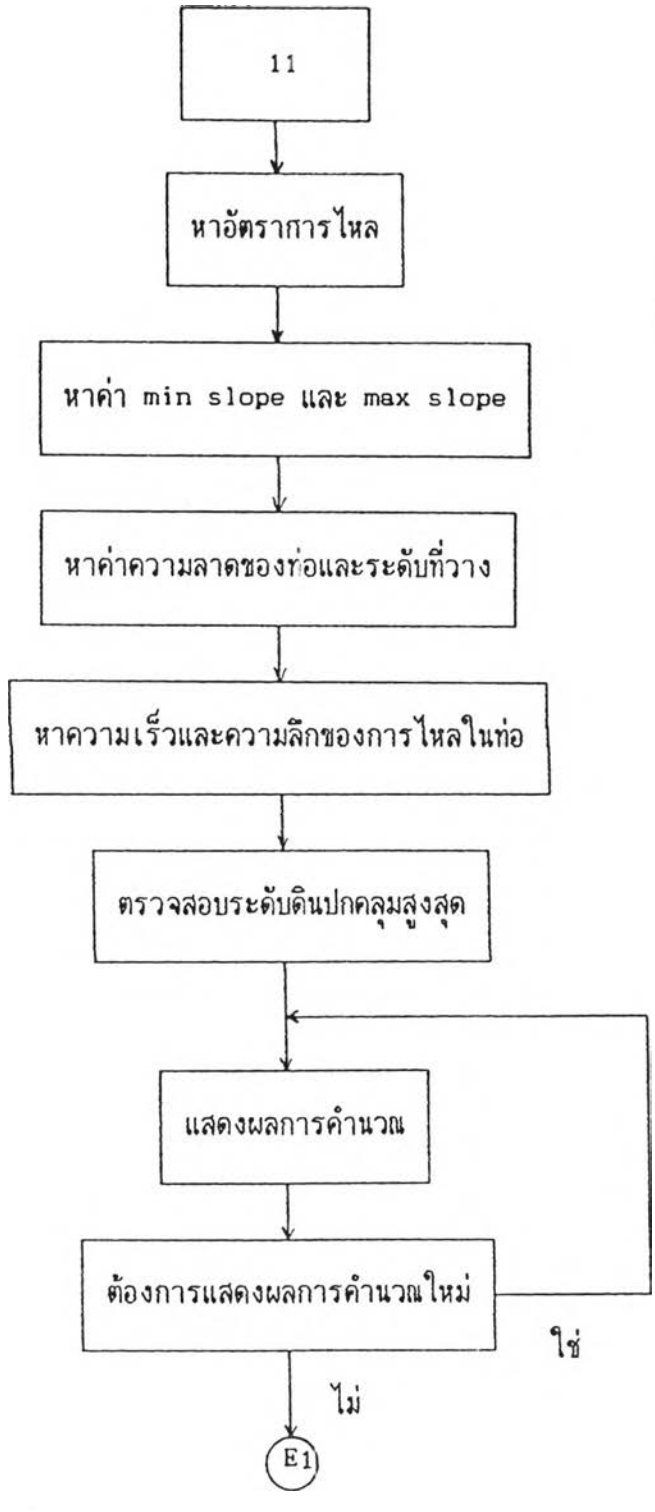
รูปที่ 4.12 แสดง flow chart ของการลบลิ้งค์

กรณีเลือกหมายเลข 10 การเปลี่ยนลักษณะสมบัติของลิ้งค์ : สาเหตุที่ต้องมีการเปลี่ยนลักษณะสมบัติของลิ้งค์ก็เช่นเดียวกับการเปลี่ยนลักษณะสมบัติของโหนด โดยมีทำงานดังรูป 4.13

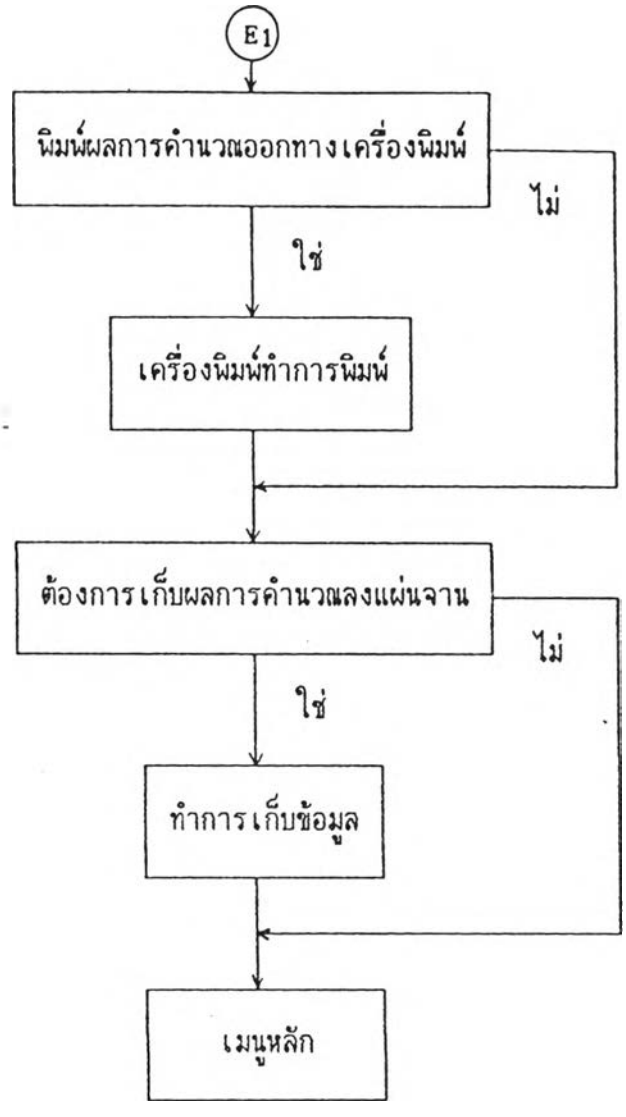


รูปที่ 4.13 แสดง flow chart ของการแก้ไขข้อมูลในลิ้งค์

กรณีเลือกหมายเลข 11 การสั่งให้เครื่องฯทำการคำนวณออกแบบ : เมื่อป้อนข้อมูลและแก้ไขปรับปรุงข้อมูลจนเป็นที่พอใจแล้ว ผู้ใช้ฯก็สามารถสั่งให้เครื่องทำงานโดยการทำงานนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้มีขั้นตอนเป็นดังรูป 4.14

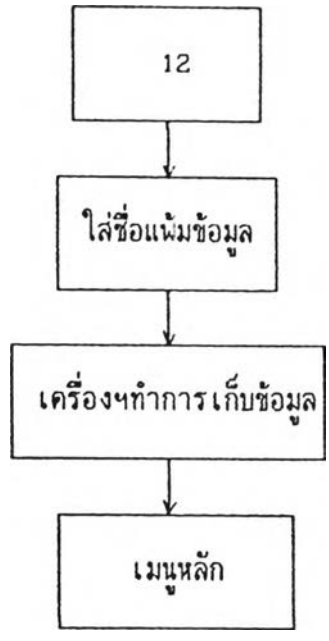


รูปที่ 4.14 แสดง flow chart ของการทำงานออกแบบ



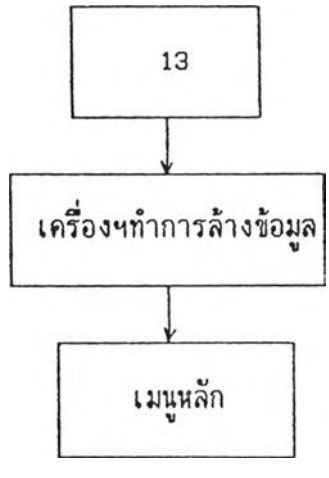
รูปที่ 4.14 แสดง flow chart ของการทำงานออกแบบ(ต่อ)

กรณีเลือกหมายเลข 12 การสั่งให้เครื่องฯทำการเก็บข้อมูลที่ทำการป้อนจากหมายเลข 1 หรือ 2 : เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้ฯ ผู้วิจัยจึงให้มีโอกาสในการเก็บข้อมูลที่ได้ทำการป้อนมาก่อนเพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ได้ในภายหลัง โดยมีการทำงานแสดงได้ดังรูป 4.15



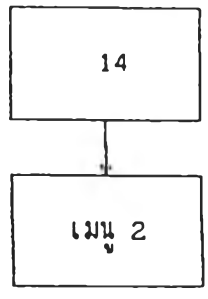
รูปที่ 4.15 แสดง flow chart ของการเก็บข้อมูล

กรณีเลือกหมายเลข 13 การเริ่มต้นการคำนวณชุดใหม่ : ในโปรแกรมการออกแบบนั้น เมื่อค่าของตัวแปรใดๆได้ถูกกำหนดหรือถูกทำการหาค่ามาแล้ว ถ้าไม่มีการลบค่านั้นออกก็จะปรากฏค่านั้นติดอยู่ตลอด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วางแผนให้มีการลบค่าของตัวแปรเหล่านั้นออก โดยมีการทำงานดังรูป 4.16



รูปที่ 4.16 แสดง flow chart ของการล้างข้อมูล

กรณีเลือกหมายเลข 14 การกลับไปยังเมนู 2 : ผู้วิจัยได้วางแผนการใช้โปรแกรมไว้ว่า เมื่อผู้ใช้โปรแกรมไม่ต้องการออกแบบระบบท่อระบาย (สมมุติระบบน้ำร่วม) ก็ให้ต่อการทำงานกลับไปยังเมนู 2 (เมนูเลือกการออกแบบ) และเมื่ออยู่ที่เมนู 2 แล้วสามารถเลือกการออกแบบระบบท่อระบายชนิดอื่นได้อีก รูปแบบการทำงานของส่วนนี้เป็นดังรูป 4.17



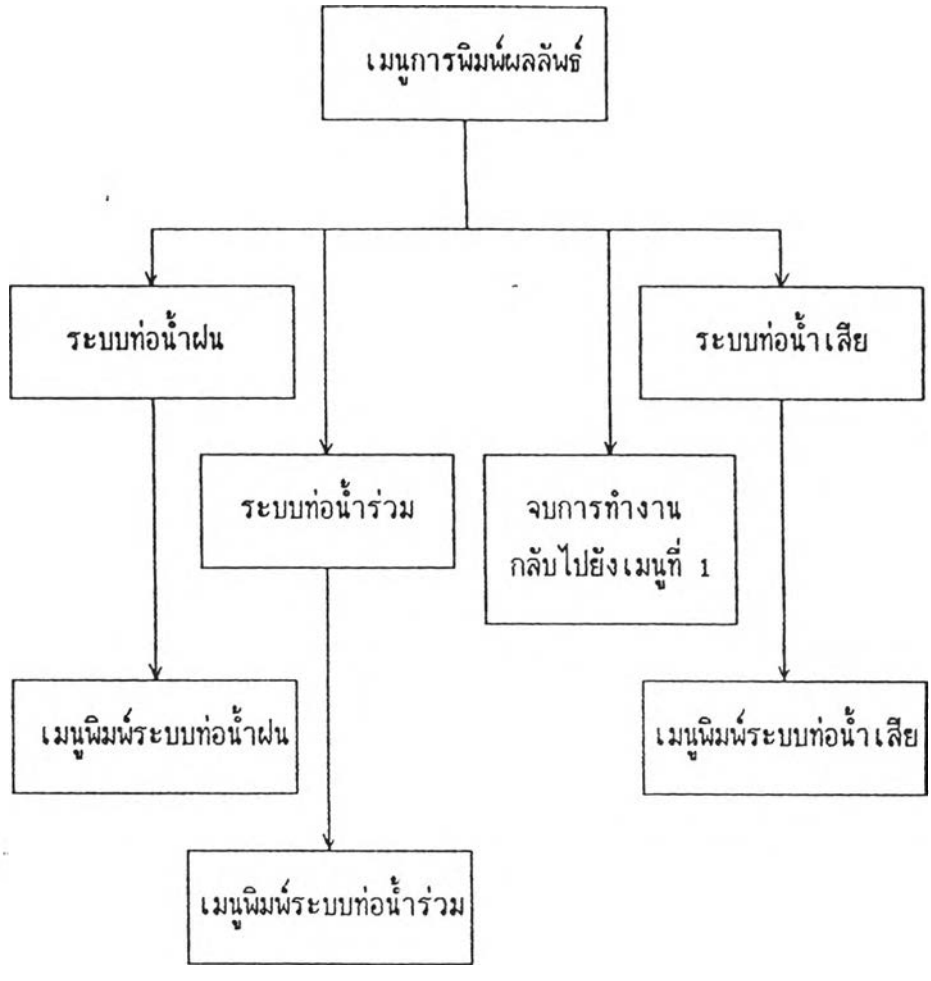
รูปที่ 4.17 แสดง flow chart ของการกลับไปยังเมนู 2
(เมนูเลือกการออกแบบ)

กรณีถ้าเลือกการออกแบบเป็นแบบระบบท่อระบายน้ำฝนหรือน้ำเสียนั้น ผู้วิจัยได้วางแผนให้มีขั้นตอนการป้อนข้อมูลเช่นเดียวกับระบบท่อระบายน้ำร่วม เพียงแต่มีขั้นตอนและการป้อนข้อมูลน้อยกว่า โดยป้อนข้อมูลเฉพาะที่จำเป็นที่ต้องใช้เท่านั้น เช่น ระบบท่อระบายน้ำฝนก็ไม่ต้องป้อนข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนประชากร อัตราน้ำใช้ ค่าแฟคเตอร์สูงสุดและต่ำสุด หรือในกรณีระบบท่อระบายน้ำเสียก็ไม่ต้องป้อนข้อมูลเกี่ยวกับน้ำฝน เช่น ความถี่ฝน สัมประสิทธิ์การไหลนอง เป็นต้น

เมื่อทำการป้อนข้อมูล, แก้ไขข้อมูลและสั่งให้เครื่องฯทำการคำนวณเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดให้เครื่องฯถามว่าต้องการเก็บผลลัพธ์ที่ได้เพื่อนำไปพิมพ์ภายหลังหรือไม่ ถ้าต้องการก็ตอบว่าใช่และให้ตั้งชื่อแฟ้มของผลลัพธ์นั้น ส่วนเมื่อต้องการพิมพ์ผลลัพธ์ก็ให้กลับไปยังเมนูการพิมพ์ผลลัพธ์ ซึ่งเมนูการพิมพ์ผลลัพธ์นี้ผู้วิจัยก็จัดโปรแกรมให้มีตัวเลือกเหมือนกับการเลือกการออกแบบ คือ

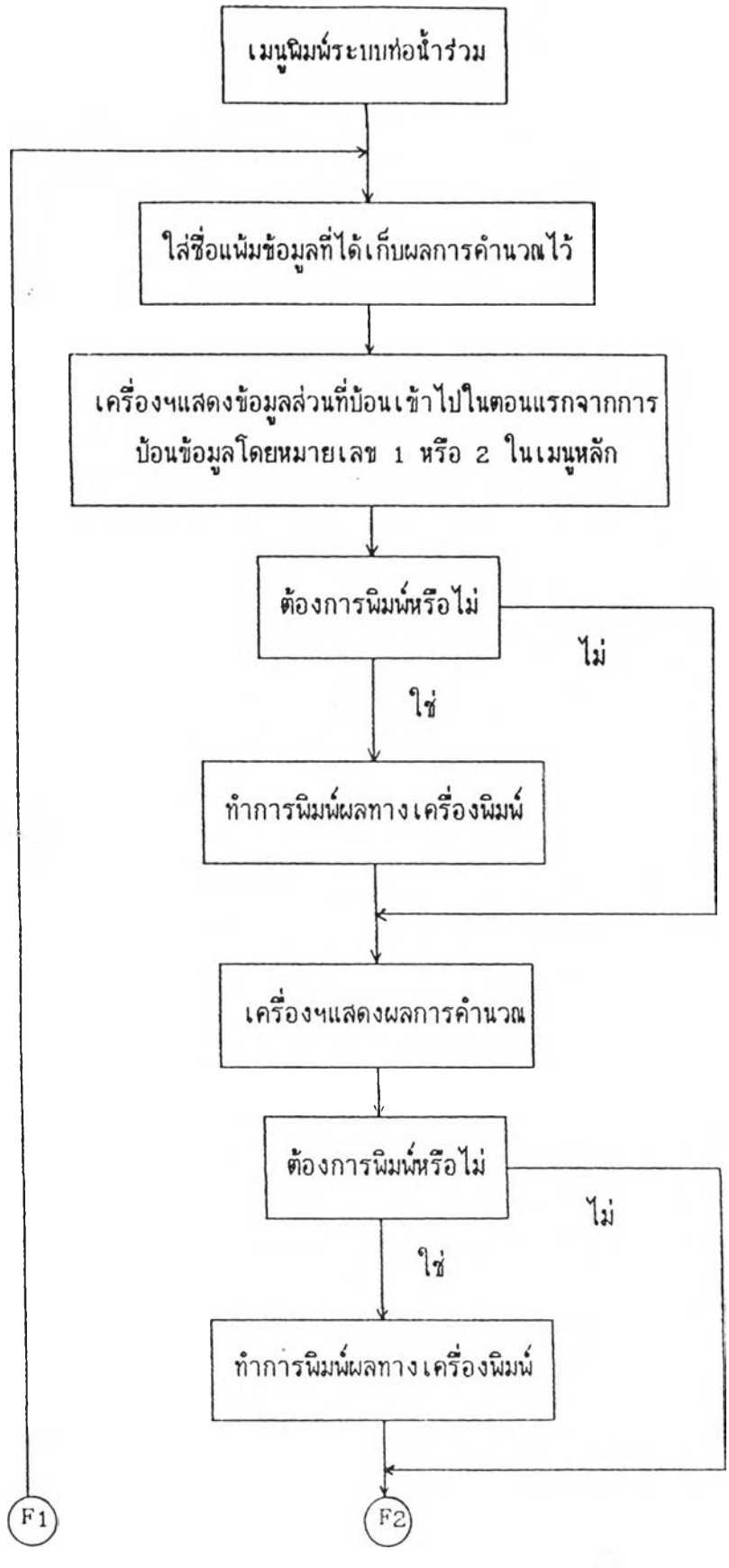
ก. ระบบท่อระบายน้ำฝน
ข. ระบบท่อระบายน้ำร่วม
ค. ระบบท่อระบายน้ำเสีย
ง. จบการทำงาน กลับไปยังเมนูเลือกการทำงาน

เมนูเลือกการพิมพ์ผลลัพธ์สามารถเขียนได้เป็น flow chart ดังรูปที่ 4.18

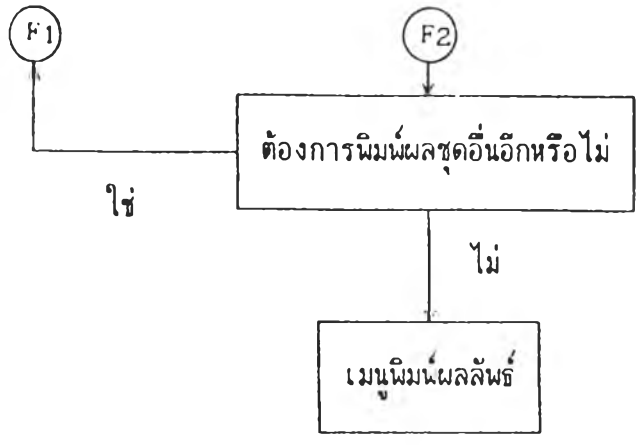


รูปที่ 4.18 แสดง flow chart ของเมนูที่ 3 เมนูเลือกการพิมพ์ผลลัพธ์

เมื่อเข้าโปรแกรมการพิมพ์ผลลัพธ์แล้วผู้วิจัยจัดโปรแกรมให้มีการทำงานตาม flow chart ดังรูปที่ 4.19 (สมมุติเลือกการพิมพ์ผลลัพธ์ของระบบท่อระบายน้ำร่วม)



รูปที่ 4.19 แสดง flow chart ของการพิมพ์ผลลัพธ์



รูปที่ 4.19 แสดง flow chart ของการพิมพ์ผลลัพธ์ (ต่อ)

ส่วนการพิมพ์ผลของระบบท่อระบายน้ำเสียและน้ำฝนก็มีหลักการทำงานเช่นเดียวกัน

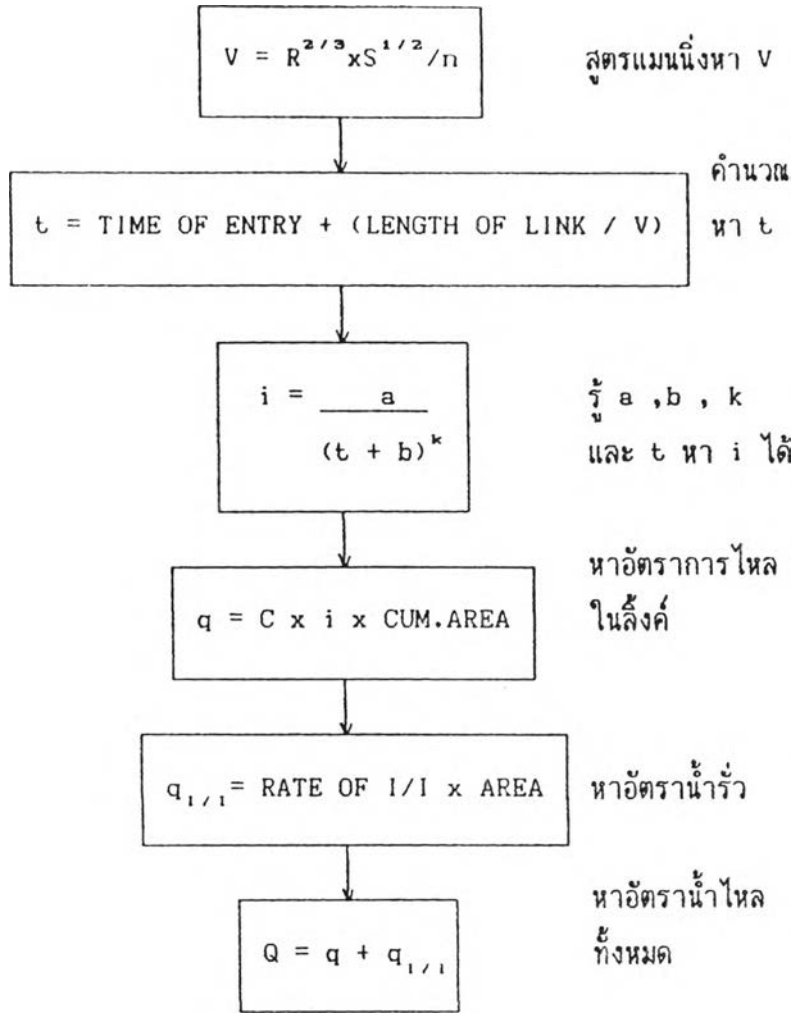
4.2 <u>การหาอัตราการไหล</u>

การหาอัตราการไหลของระบบท่อทั้ง 3 ชนิด ผู้วิจัยกำหนดให้ใช้หลักการคำนวณดังนี้

4.2.1 ระบบท่อระบายน้ำฝน : ข้อมูลที่ป้อนและใช้ในการหาอัตราการไหลคือ ความเข้มของฝน มีหน่วยเป็น มม./ชม. ,อัตราน้ำไหลรั่วเข้าท่อ (I/I) มีหน่วยเป็น ลบ.ม./เฮคทาร์ ,สัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง ,เวลาที่น้ำเริ่มรวบรวมเข้าท่อ มีหน่วยเป็นนาที ,พื้นที่ที่รับบริการในแต่ละโหนด หน่วยเป็นเฮคทาร์ ,สัมประสิทธิ์การไหลนอง ,ระดับดิน (ม.),ความยาวของลิ้งค์ (ม.), ขนาดของท่อประจำลิ้งค์ (ซม.) โดยที่ข้อมูลความ.ข้มของฝน (i) ต้องอยู่ในรูป $\frac{a}{(t+b)^k}$ ทั้งนี้วิศวกรผู้ใช้เครื่องฯต้องเข้าใจและมีข้อมูลรวมทั้งป้อนค่า a ,b และ k เข้าไปเอง

ข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องป้อนเข้าเครื่องฯ ได้แก่ ระดับดิน ความยาวและขนาดของท่อประจำลิ้งค์ใช้ในส่วนหาค่า t อย่างคร่าวๆ เบื้องต้น โดยที่ค่า t จะหาจากเวลาที่น้ำไหลในท่อรวมกับเวลาที่น้ำเริ่มรวบรวมเข้าท่อ เมื่อได้ความเข้มของฝน(i) และนำไปคูณกับพื้นที่ที่รับบริการและสปส.การไหลนองแล้วจะได้ค่าอัตราการไหล โดยที่พื้นที่รับบริการนี้จะเป็นพื้นที่สะสมเพิ่มขึ้นตามความยาวของลิ้งค์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำอัตราการไหลนี้ไปรวมกับอัตราน้ำรั่วเข้าท่อ (ซึ่งหาจากอัตรารั่วที่ได้ป้อนเข้าไปก่อนหน้านี้แล้ว คูณกับพื้นที่ที่รับบริการ) จะได้เป็นอัตราการไหลจริงในท่อ

การหาอัตราการไหลสามารถเขียนเป็น flow chart ดังรูป 4.20



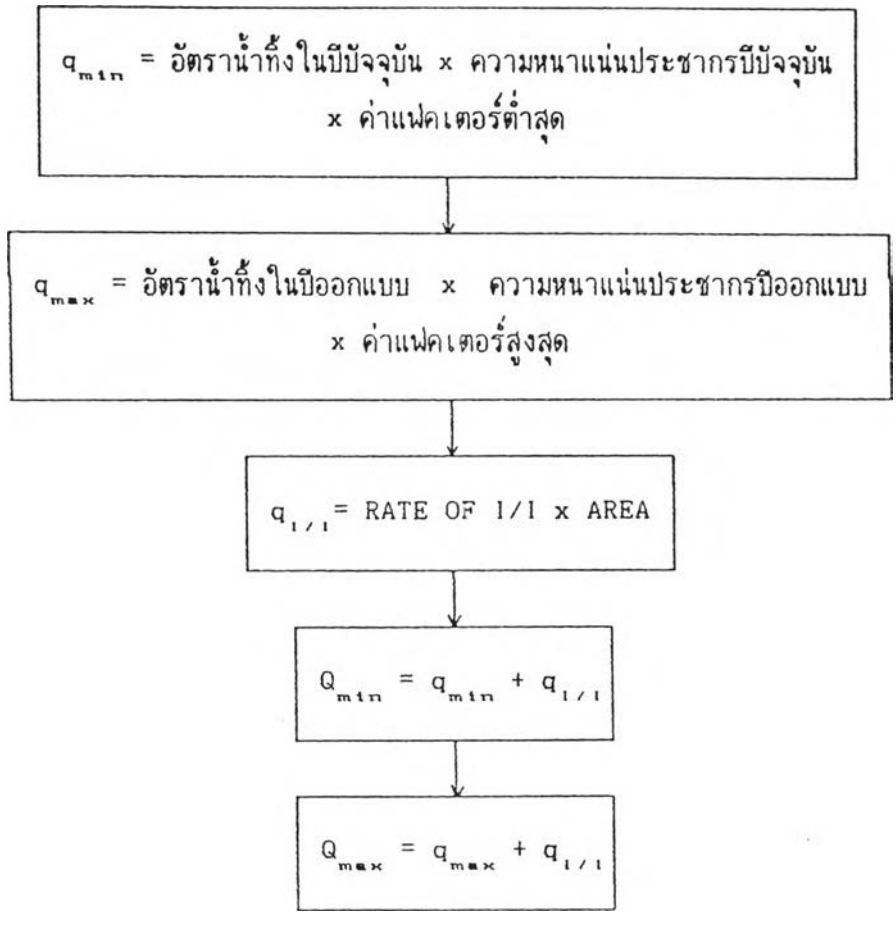
รูปที่ 4.20 แสดง flow chart ของการหาอัตราการไหลในระบบท่อระบายน้ำฝน

4.2.2 ระบบท่อระบายน้ำเสีย : ข้อมูลที่ป้อนและใช้ในการหาอัตราการไหลคือ อัตราน้ำไหลรั่วเข้าท่อ (I/I) มีหน่วยเป็น ลบ.ม./เฮคทาร์ ,สัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง ,พื้นที่ที่รับบริการในแต่ละโหนด หน่วยเป็นเฮคทาร์ ,ความหนาแน่นของประชากรในปีปัจจุบัน ,ความหนาแน่นของประชากรในปีออกแบบ* ,อัตราน้ำเสียในปีปัจจุบัน ,อัตราน้ำเสียในปีออกแบบ ,ค่าแฟคเตอร์สูงสุด ,ค่าแฟคเตอร์ต่ำสุด ,ความยาวของลิ้งค์ และขนาดของลิ้งค์

---

* ปีออกแบบ คือ design year หมายถึงปีในอนาคตที่ระบบได้รับการออกแบบให้ยังสามารถรับได้

อัตราการไหลในท่อระบบนี้มี 2 ชนิดคือ อัตราการไหลต่ำสุดและอัตราการไหลสูงสุด อัตราการไหลต่ำสุดหาได้จากอัตราน้ำเสียในปีปัจจุบันคูณกับความหนาแน่นของประชากรในปีปัจจุบัน คูณค่าแฟคเตอร์ต่ำสุด คูณพื้นที่ที่รับบริการ แล้วรวมกับปริมาณน้ำรั่วเข้าท่อ (ซึ่งหาวิธีเดียวกับน้ำรั่วเข้าท่อที่หาจากระบบท่อน้ำฝน) ส่วนอัตราการไหลสูงสุดหาได้จากอัตราน้ำเสียในปีออกแบบคูณกับความหนาแน่นของประชากรในปีออกแบบ คูณค่าแฟคเตอร์สูงสุด คูณพื้นที่ที่รับบริการ แล้วรวมกับปริมาณน้ำรั่วเข้าท่อ ซึ่งการหาอัตราการไหลสามารถเขียนได้เป็น flow chart ดังแสดงในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 แสดง flow chart ของการหาอัตราการไหลในระบบท่อน้ำเสีย

4.2.3 ระบบท่อระบายน้ำร่วม : ในระบบนี้การป้อนข้อมูลจะใช้ทั้งสองวิธีแรกรวมกัน ส่วนอัตราการไหลมี 2 ชนิดเหมือนระบบระบายน้ำเสีย โดยอัตราการไหลต่ำสุดยังคงใช้วิธีเดียวกับระบบระบายน้ำเสีย แต่อัตราการไหลสูงสุดใช้วิธีของระบบระบายน้ำเสียรวมกับวิธีของระบบระบายน้ำฝน ต่างกันตรงที่วิธีของระบบระบายน้ำฝนนั้นรวมน้ำรั่วเข้าท่อแต่ของระบบระบายน้ำร่วมได้คิดน้ำ

รั่วเข้าท่อแล้วโดยรวมตั้งแต่คิดอัตราการไหลสูงสุดแบบระบบระบายน้ำเสีย

4.3 การหาความลาดสูงสุดและต่ำสุด

การหาความลาดสูงสุดและต่ำสุดนี้ก็เพื่อนำไปหาความลาดของการวางท่อเพื่อที่จะวางท่อให้มีความเร็วตามที่เราต้องการ สมการที่ใช้ในการหาความลาดใช้สมการที่ 3.2 คือ

$$V = R^{2/3} x S^{1/2} / n$$ ซึ่งสามารถปรับได้เป็น

$$S = (V \times n / R^{2/3})^2 \quad \ldots 4.1$$

4.3.1 ความลาดสูงสุด : การหาความลาดสูงสุดต้องหามาจากความเร็วสูงสุดกรณีการไหลในเส้นท่อที่มีอัตราการไหลอัตราเดียว (ระบบระบายน้ำฝน) ส่วนการไหลที่มีอัตราการไหลมากกว่าหนึ่งอัตรา การหาความลาดสูงสุดจะใช้อัตราการไหลค่ามากมาคำนวณร่วมกับความเร็วสูงสุด

4.3.2 ความลาดต่ำสุด : การหาความล่าดต่ำสุดต้องหามาจากความเร็วต่ำสุดกรณีการไหลในเส้นท่อที่มีอัตราการไหลอัตราเดียว (ระบบระบายน้ำฝน) ส่วนการไหลที่มีอัตราการไหลมากกว่าหนึ่งอัตรา การหาความลาดต่ำสุดมักใช้อัตราการไหลค่าน้อยกับความเร็วต่ำสุด

4.4 การเลือกความลาดของท่อ

หลักการเลือกความลาดของท่อนั้นผู้วิจัยใช้ตามตารางที่ 3.1 โดยที่เลือกแล้วจะต้องได้ความเร็วที่อยู่ในช่วงความเร็วต่ำสุดและสูงสุด ทั้งนี้ในโปรแกรมนี้ ได้พัฒนาให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์คำนวณปรับและจัดความลาดที่เหมาะสม เทียบกับความลาดและระดับถนนโดยอัตโนมัติอยู่แล้ว จึงนับว่าสะดวกแก่การใช้งานสำหรับวิศวกรอย่างมาก