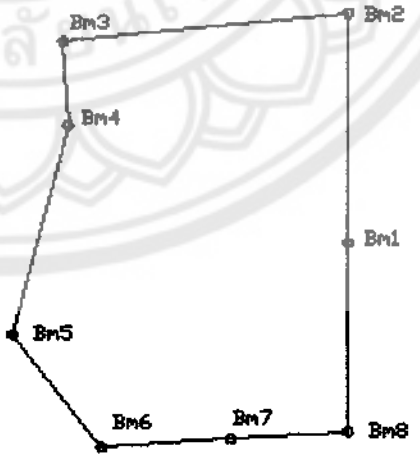
บทที่ 3

ผลการสำรวจและออกแบบระบบระบายน้ำ

3.1. การสำรวจ

3.1.1 งานวงรอบและเก็บรายละเอียด

จากการทำวงรอบภายในบริเวณวัดจันทร์ตะวันตก โดยการทำวงรอบปิด ได้กำหนดหมุดหลักชื่อหมุด Bm ทั้งหมดจำนวน 8 หมุด (Bm1-Bm8) ดังรูปที่ 3.1 บันทึกข้อมูลดังตารางที่ 3.1 จากหมุดหลักทั้งหมดและเนื่องจากพื้นที่วัดเป็นพื้นที่สูงต่ำไม่เท่ากันการทำงานจึงเป็นไปด้วยความลำบาก รายละเอียดส่วนต่างๆของพื้นที่วัดที่เก็บได้ เช่น สิ่งปลูกสร้าง แนวถนน และหลังจากที่ได้ข้อมูลพิกัดของพื้นที่วัดและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ จึงได้ทำการแปลงค่ามุมและระยะทางเป็นค่าพิกัดฉาก (E, N) แสดงรูปตัวอย่างดังรูปที่ ก.2 พิกัดเริ่มต้นของทิศทางได้มีการสมมติขึ้นที่หมุด Bm8 โดยสมมติให้มีพิกัด E = 0, N = 0 และ ความผิดพลาดหรือerror ที่เกิดขึ้นของพิกัดมีความผิดพลาดที่ 1 เมตร : 500724.45 เมตร แสดงตัวอย่างไว้ดังตารางที่ ข.3 ค่าพิกัดของรายละเอียดต่างๆได้แสดงดังตารางที่ ข.3 – ข.10 เป็นรายละเอียดที่ได้จากการถ่ายค่าพิกัดจากหมุด Bm ต่างๆ



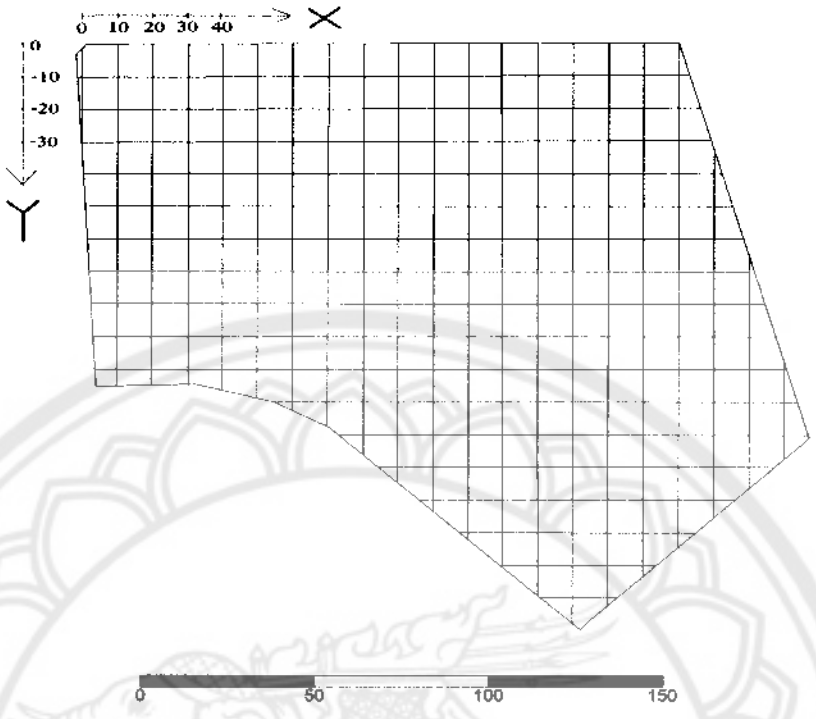
รูปที่ 3.1 จำนวนหมุดวงรอบ

3.1.2 งานระดับ

ระดับทั้งหมดบริเวณวัดจันทร์ตะวันตก เป็นระดับสมมติ เนื่องจากค่าระดับจริงอยู่ห่างจากพื้นที่วัดเป็นระยะทางที่ไกลมาก ทำให้เกิดอุปสรรคเป็นอย่างมากในการถ่ายระดับจริง เช่น ข้อจำกัดในการใช้เครื่องมือ และอันตรายที่จะเกิด เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการอ้างอิงระดับจาก Google refขึ้นที่ 49 เมตร จากระดับสมมติ (รูปที่ 3.2) แสดงค่าระดับดังตารางที่ ข.11 โดยมีหมุดหลัก (Bm) ทั้งหมดจำนวน 6 หมุด และหมุดรอง (Tp) ทั้งหมดจำนวน 2 หมุด แสดงค่า ดังตาราง ที่ ข.12 ที่ได้ถ่ายระดับจากหมุดหลัก Bm2 ไปยังหมุดรอง Tp1 และ Bm6 ไปยังหมุดรอง Tp2

การแบ่งพื้นที่การเก็บระดับทุกๆ 10 ตารางเมตร ในการเก็บค่าระดับเพื่อนำค่าระดับที่ได้ไปคำนวณหาเส้นระดับ (Contour line) แสดงการแบ่งพื้นที่ดังรูปที่ 3.3 และค่าระดับที่ได้แสดงดังตารางที่ ข.13 รวมจำนวนที่ทำการเก็บระดับทั้งหมดเท่ากับ 274 จุด

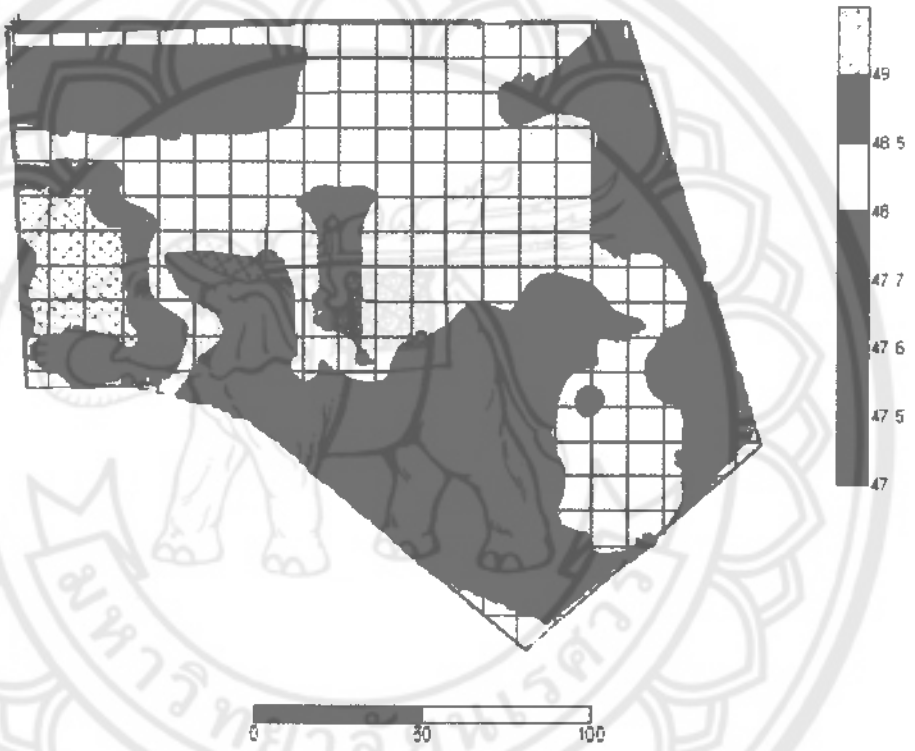
รูปที่ 3.2 แสดงค่าระดับ Elevation บริเวณวัดจันทร์ตะวันตก



รูปที่ 3.3 แสดงการแบ่งพื้นที่การเก็บค่าระดับ

3.2. วิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการคำนวณ วัดมีพื้นที่ประมาณ 25, 000 ตารางเมตร จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม Surfer 8 โดยการกรอกค่าระดับและพิกัด ของจุดดังตารางที่ ข.13 เพื่อหาเส้นระดับความสูงและทิศทางการไหลของน้ำ จากข้อมูลระดับความสูง (Elevation) ได้ค่าระดับความสูงของพื้นที่ดังรูปที่ 3.4 และทิศทางการไหลของน้ำ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 ระดับความสูง (Elevation) ได้ค่าระดับความสูงของพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Surfer 8

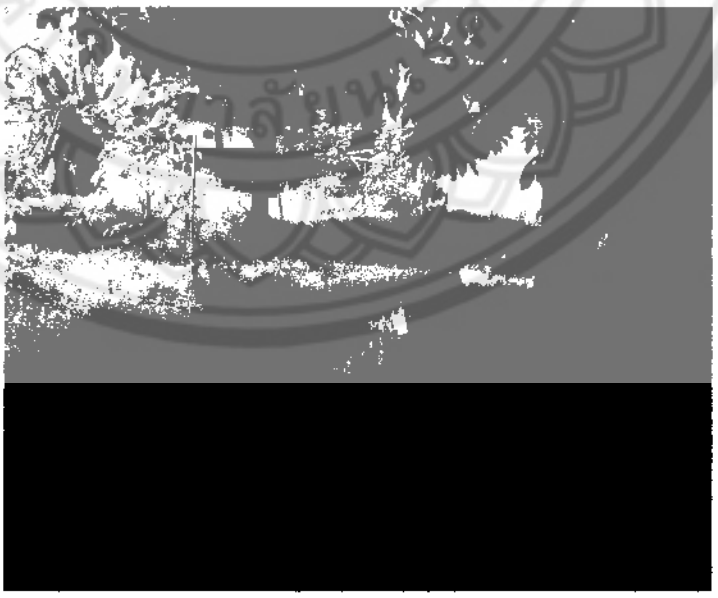
ป
TC
978
ต63ก
2550
i. 3810504
สำนักหอสมุด
14 มี.ค.

รูปที่ 3.5 แสดงทิศทางการไหลของน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม surfer 8

3.3. ปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไข

จากรูปที่ 3.4 - 3.5 แสดงให้เห็นทิศทางการไหลของน้ำและบริเวณที่มีพื้นที่ต่ำ ซึ่งทำให้เกิดการขังของน้ำและไม่มีการระบายและสามารถซึมลงสู่ใต้ดินได้น้อย เนื่องจากดินบริเวณดังกล่าวเป็นดินเหนียว การซึมได้ของพื้นที่จึงมีค่าน้อยตามไปด้วย เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสถานที่จริงพบว่ามีพื้นที่ที่มีการท่วมขังของน้ำอยู่จริง ดังรูปที่ 3.6-3.10 ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์โดยโปรแกรม Surfer 8

รูปที่ 3.6 พื้นที่น้ำท่วมขังบริเวณที่เป็นแอ่งซึ่งเป็นพื้นที่ต่ำ



รูปที่ 3.7 พื้นที่น้ำท่วมขังบริเวณที่เป็นแอ่งซึ่งเป็นพื้นที่ต่ำ

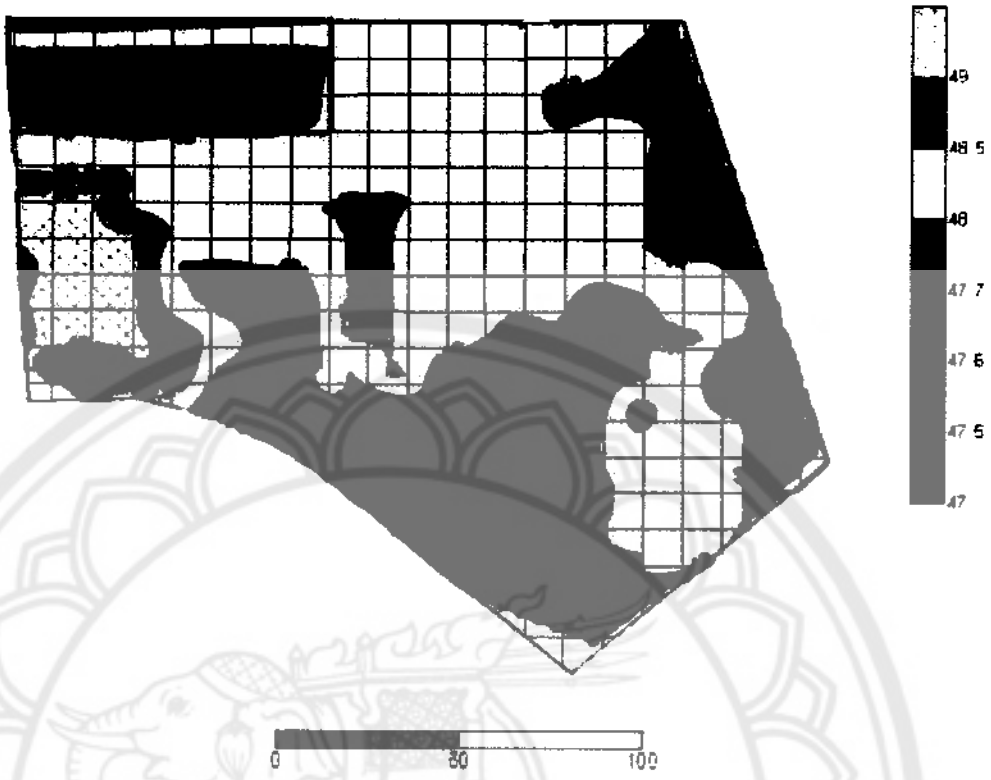
รูปที่ 3.8 พื้นที่ น้ำท่วมขังบริเวณหลังกุฏิวัด

รูปที่ 3.9 พื้นที่ที่เป็นพื้นคอนกรีตมีน้ำท่วมขังจากน้ำฝน

รูปที่ 3.10 พื้นที่ที่เป็นพื้นคอนกรีตมีน้ำท่วมขังจากน้ำฝน

วิธีการแก้ไข

จากปัญหาพื้นที่บริเวณที่เกิดการขังของน้ำในบริเวณวัดและพื้นที่ใช้สอยเพื่อให้น้ำสามารถไหลระบายออกสู่ระบบระบายน้ำหรือทำให้เกิดทิศทางการไหลโดยเกิดการขังนองน้อยลง จึงได้เสนอแนะให้ทำการถมดินเพื่อปรับระดับพื้นที่ให้อยู่ในระดับที่นำสามรถไหลออกสู่ระบบระบายน้ำได้ พื้นที่ที่ทำการปรับแสดงดังรูปที่ 3.11 ซึ่งคำนวณปริมาณดินด้วยโปรแกรม Surfer 8 ได้ปริมาณดินถมพื้นที่หมายเลข 1 เท่ากับ 45 ลูกบาศก์เมตร พื้นที่หมายเลข 2 เท่ากับ 135 ลูกบาศก์เมตร และพื้นที่หมายเลข 3 เท่ากับ 40 ลูกบาศก์เมตร ดังตาราง ข.14 – ข.16



รูปที่ 3.11 พื้นที่ที่เสนอแนะให้ทำการถมดิน

3.4. งานออกแบบระบบระบายน้ำ

การออกแบบ หมายถึง การรู้จักวางแผนจัดตั้งขั้นตอน และรู้จักเลือกใช้วัสดุ วิธีการเพื่อทำตามที่ต้องการนั้น โดยให้สอดคล้องกับลักษณะรูปแบบและคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดตามความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมา

ระบบระบายน้ำ หมายถึง การขนย้ายน้ำจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งโดยอาศัยพลังงานศักดิ์ที่ได้มาจากความแตกต่างของระดับน้ำสองจุด

การออกแบบท่อระบายน้ำเสียและน้ำฝน หมายถึง การขนย้ายน้ำเสียและน้ำฝนจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งโดยอาศัยท่อและพลังงานศักดิ์ที่ได้มาจากความแตกต่างของระดับน้ำสองจุด โดยมีการวางแผนและขั้นตอน

3.4.1 การออกแบบระบบระบายน้ำฝนและน้ำเสีย

ชนิดการระบายน้ำฝนและน้ำเสีย

1. ระบบระบายน้ำแยก

เป็นการแบ่งท่อระบายระหว่างน้ำเสียและน้ำฝน เสียค่าใช้จ่ายในการสร้างสูง เหมาะสำหรับเมืองใหญ่

2. ระบบระบายน้ำรวม

เป็นการรวมน้ำเสียและน้ำฝนไว้ในท่อเดียว เสียค่าใช้จ่ายน้อย เหมาะสำหรับท้องถิ่นขนาดเล็ก หรือการระบายน้ำในครัวเรือน แต่ระบบระบายน้ำรวมมีข้อเสียดังนี้

1. กรณีที่มีระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ปลายท่อ ทำให้น้ำเข้าสู่ระบบบำบัดมากขึ้น ทำให้ขนาดของระบบบำบัดต้องใหญ่ขึ้น

2. เนื่องจากปริมาณน้ำฝนหรือน้ำไหลนอง (Run-off) แปรผันมาก จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะออกแบบระบบท่อน้ำฝนหรือท่อน้ำรวมให้รับน้ำได้ในกรณีมีพายุใหญ่และมีปริมาณน้ำฝนมากในช่วงใดช่วงหนึ่ง โดยเฉพาะถ้าท่อระบายน้ำดังกล่าวมีขนาดยาวมาก อาจเกิดการล้นของน้ำไหลลงสู่ลำธารโดยตรงซึ่งเป็นสาเหตุให้แม่น้ำน่าเสียขึ้นได้

3. ในภาวะที่น้ำท่วมนองอาจก่อให้เกิดอันตรายด้านสาธารณสุข เพราะก่อให้เกิดโรคระบาดได้ง่าย เช่น โรคเท้าเปื่อย ฝีพุพอง เป็นต้น

4. ในช่วงหน้าแล้งความเร็วท่อจะต่ำมาก ทำให้มีการตกตะกอนในเส้นท่อซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดก๊าซไข่เน่าและกลิ่นเหม็นรวมทั้งกรดซัลฟูลิกกัดกร่อนท่อได้ และยังทำให้ระบบระบายน้ำมีคุณภาพด้อยลง

3.4.2 หลักการการออกแบบท่อระบายน้ำ

องค์ประกอบเพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดการวางขอบข่ายระบบคือ

1. สถานที่และตำแหน่ง

ตำแหน่งและแนวท่อที่จะวางเป็นส่วนสำคัญที่มีผลกระทบต่อราคาของโครงการ แนวท่อระบายที่ดีควรสั้นและตื้นที่สุด โดยยังสามารถรับระบายน้ำได้จากทุกจุดแหล่งกำเนิด

2. ขนาดของท่อ

ท่อที่มีขนาดใหญ่มีขีดความสามารถในการระบายได้มากกว่าท่อเล็ก แต่ก็มีราคาสูง กว่าเป็นธรรมดา ต้องคำนวณหาท่อขนาดที่เล็กที่สุดที่ยังสามารถใช้งานได้กรณีฉุกเฉิน และไม่ใหญ่เกินไปสำหรับกรณีเมื่อมีอัตราน้ำไหลน้อยๆ

3. ความลาดท่อ

หัวข้อนี้มีบทบาทในด้านที่มีผลกระทบต่อความลึกของท่อ ท่อมีความชันมากจะลึกมากตามไปด้วยเมื่อระยะทางหรือความยาวของท่อยืดยาวออกไป ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องมีบ่อสูบเป็นระยะๆ เพื่อยกระดับน้ำให้สูงขึ้นแทนการขุดดินวางท่อที่นับแต่จะลึกลงตามลำดับ

4. ความลึกของท่อ

เป็นผลกระทบโดยตรงจากความลาดของท่อ การวางท่อแบบขุดเปิดหน้าดินธรรมดาโดยไม่มีมาตรการป้องกันและลึกมากกว่า 3 เมตร อาคารข้างเคียงอาจเกิดการทรุดตัวและแตกร้าวเนื่องจากการไหลตัวของดินข้างเคียงได้ วิศวกรจำต้องออกแบบให้มีการป้องกันดังกล่าวที่ดีเพียงพอ ในกรณีที่ท่อมีความลึกมากอาจต้องใช้ระบบอุโมงค์ที่ขุดเจาะโดยไม่มีการขุดเปิด สำหรับในกรณีหลังนอกจากจะมีปัญหาในการก่อสร้างแล้วยังเป็นอุปสรรคต่อการจราจร ซึ่งมีผลกระทบสืบเนื่องต่อสภาพจิตของประชาชนและยังส่งผลเสียทางเศรษฐกิจอีกด้วย

5. ชนิดของท่อ

ท่อต่างชนิดกันมีประโยชน์การใช้งาน อายุ ความเสียดทาน ความคงทนและราคาไม่เหมือนกัน วิศวกรควรทำความคุ้นเคยกับท่อที่มีอยู่ในท้องตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศและทำการเลือกให้เหมาะสมกับโครงการนั้นๆ

3.4.3 การเลือกสูตรหรือสมการในการคำนวณ

สูตรหรือสมการของแมนนิ่ง (Manning) และกัตเตอร์ (Gutter) เป็นที่นิยมในหมู่วิศวกรออกแบบระบบท่อระบายน้ำกว่าสูตรอื่นๆ โดยสูตรของแมนนิ่งดูจะได้รับความนิยมมากกว่าสูตรของกัตเตอร์ เพราะใช้งานง่ายกว่าและสูตรทั้งสองให้ผลจากการคำนวณใกล้เคียงกัน

สมการแมนนิ่ง

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) R^{2/3} S^{1/2}$$

รัศมีชลศาสตร์ หมายถึง

$$R = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของการไหล}, m^2}{\text{Watted perimeter}, m}$$

สำหรับท่อที่มีการไหลเต็มท่อ , R จะเท่ากับ

$$R = \frac{\left(\pi/4\right)\left(D^2\right)}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

$$V = \frac{0.397 D^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

หรืออยู่ในอัตราการไหล

$$Q = \frac{0.312 D^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

ค่า n ในสูตรของแมนนิ่งหรือกัตเตอร์นี้มักกำหนดให้เท่ากับ 0.013 สำหรับกรณีทั่วๆ ไป และใช้กับท่อที่จะวางใหม่ แต่ถ้าเป็นท่อเก่าที่ใช้งานอยู่ มักใช้ค่า n = 0.015 เพื่อชดเชยกับความเสียดทานที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งาน แต่ถ้ามีข้อมูลใดๆ ชี้ให้เห็นว่าท่อนั้น เสียหายมาก เช่น ท่อทรุดตัว ท่อเยื้องออกจากแนว ขนาดภายในท่อไม่สม่ำเสมอ เกิดตะกอนที่ท้องท่อ หรือฝีมือวางท่อไม่ดี เป็นต้น อาจใช้ค่า n ที่สูงกว่านี้ได้ อนึ่ง ค่า n 0.013 ที่เสนอให้ใช้กับกรณีท่อที่จะว่างใหม่นี้นั้น อาศัยสมมุติฐานจากการใช้ท่อขนาดความยาวแต่ละท่อน ไม่น้อยกว่า 1.50 ม. และมีผิวภายในท่อราบเรียบ รวมทั้งการก่อสร้างติดตั้งกระทำขึ้นในระดับดีขั้นหนึ่งด้วย ถ้าวิศวกรไม่มีความเชื่อมั่นในส่วนนี้ วิศวกรอาจใช้ค่า n สูงกว่า 0.013 ได้ตามการวินิจฉัยของตนเองแต่พึงระวังการวินิจฉัยในข้อนี้ให้ดี เพราะมีผลกระทบต่อราคาของโครงการมาก

3.4.4 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

1. ออกแบบโดยใช้คาบการเกิดของฝน 2 ปี

2. ออกแบบโดยใช้เวลาน้ำไหลนอง (t_c) = 30 นาที เนื่องจากเป็นบริเวณชุมชนที่พักอาศัยและภูมิประเทศราบเรียบ

3. ต้องมีความลาดท่อ(Slope) ให้มีความเร็วน้ำในท่อไม่ต่ำกว่า 0.6 m/s เพื่อให้เกิดการชะล้างสิ่งตกค้างในท่อ (self cleansing velocity) แต่ไม่เกิน 3 m/s เพื่อป้องกันการกัดกร่อนท่อ อาจดูได้จากตารางที่ 3.1

4. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อระบายไม่ต่ำกว่า 150 มม. (6 นิ้ว) ทั้งนี้หากเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.)จะมีขนาดไม่ต่ำกว่า 300 มม. (12นิ้ว)

5. ระยะดินปกคลุมท่ออย่างน้อย 30-60 ซม. ขึ้นกับความจำเป็นในการใช้งาน

6. ในฤดูร้อนอาจมีตะกอนสะสมในท่อ (น้ำน้อย ความเร็วต่ำ)จึงควรลอกท่อหรือใช้น้ำฉีดล้างท่อเป็นครั้งคราว

7. การออกแบบท่อจะอยู่ที่เลือกความชัน (Slope) และเส้นผ่าศูนย์กลาง (diameter) ของท่อ ที่อัตราไหลหนึ่งๆถ้าเลือกท่อใหญ่ จะได้ความลาดต่ำ หรือหากเลือกความชันสูง จะได้ท่อเล็กทั้งนี้ขึ้นกับระดับความชันผิวดินและความเร็วน้ำในท่อ เพื่อให้ได้การวางท่อที่มีการขุดดินน้อยที่สุด

ตารางที่ 3.1 ความลาดต่ำสุดสำหรับท่อระบายน้ำ

ขนาด		ความลาดต่ำสุด [ก]	
นิ้ว	มม.	n = 0.013	n = 0.015
8	200	0.0033	0.0044
10	250	0.0025	0.0033
12	300	0.0019	0.0026
15	375	0.0014	0.0019
18	450	0.0011	0.0015
21	525	0.0009	0.0012
24	600	0.0008	0.0010
27	675	0.0007 [ข]	0.0009
30	750	0.0006 [ข]	0.0008 [ข]
36	900	0.0004 [ข]	0.0006 [ข]

หมายเหตุ: ก) จากสูตรของแมนนิ่ง และมีความเร็วต่ำสุด 0.6 ม./วินาที ถ้าเป็นไปได้ควรใช้ความลาดชันมากกว่านี้ (โดยเฉพาะในเมืองไทยซึ่งมีอากาศร้อน โดยใช้ความเร็ว 0.9 ม./ วินาที)

ข) ในทางปฏิบัติ ความลาดที่ทำได้ในการก่อสร้างมีค่าประมาณ 0.0008

3.4.5 ขั้นตอนในการออกแบบระบบระบายน้ำฝนและน้ำเสีย

1. วางแนวจุดรับน้ำและแนวท่อ
2. เลือกและแสดงตำแหน่งหมายเลขของบ่อตรวจระบาย
3. แบ่งพื้นที่ให้กับจุดรับน้ำแต่ละจุดและหาขนาดของพื้นที่นั้นๆ ที่จะระบายน้ำฝนลงสู่แต่ละบ่อและตรวจระบาย
4. คำนวณหา t_c ในท่อ โดยสมมติให้ความเร็วของน้ำในเส้นท่อ = 0.6 ม./วินาที
5. นำผลรวมของค่า t_c ที่ใช้ออกแบบ กับ t_c ในท่อ ไปเปิดกราฟ (IDF Curve) ของ อ. เมือง จ. พิษณุโลกเพื่อหาความเข้มฝน
6. หาค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C) ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิว โดยให้พื้นผิวคอนกรีต = 0.7, สนามดินแน่นราบเรียบ – ลาด 2 % = 0.13

7. คำนวณหาปริมาณน้ำไหลนองโดยวิธี Rational method (RM) จากสมการ Q = CiA

8. คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพระในวัด จากการสำรวจจำพระภิกษุ สามเณร ในวัดทั้งหมด 35 รูปแต่ใช้ 100 คนในการออกแบบเผื่อสำหรับประชาชนที่เข้ามาทำกิจกรรมต่างๆ ภายในวัดโดยกำหนดให้ปริมาณใช้น้ำต่อวัน 250 = ลิตร/คน-วัน และ Peak factor = 2

9. ผลรวมของ Q ที่ไหลในท่อจากนั้นนำ Q ที่ได้มาเปิดกราฟแมนนิ่งเพื่อหาขนาดท่อ (Dia), ความลาด (Slope), ความเร็ว (V) โดยเลือกค่าให้ V อยู่ระหว่าง 0.6 - 3.0 m/s

10. คำนวณตรวจสอบค่า V และ Q จากสมการ $V = (\frac{1}{n}) \times (\frac{D}{4})^{2/3} \times S^{1/2}$ และ $Q = (\frac{\pi D^2}{4}) \times V$ โดยที่ n = 0.013

11. ออกแบบ Profile ของท่อ