บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

การจัดทำระบบระบายน้ำฝนและน้ำเสียบริเวณวัดจันทร์ตะวันตก อ.เมือง จ.พิษณุโลก เป็นสิ่งสำคัญสำหรับกลุ่มประชากรภายในพื้นที่ โดยวิศวกรมีหน้าที่สำรวจและศึกษาข้อมูลของท้องถิ่นให้มากที่สุด ทั้งในข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับการออกแบบระบบระบายน้ำภายในบริเวณวัดจันทร์ตะวันตก

การจัดทำระบบระบายน้ำฝนและน้ำเสียบริเวณวัดจันทร์ตะวันตก สามารถแบ่งประเภทของงานได้ 2 ประเภทดังนี้

2.1 งานสำรวจ

ความหมายของการสำรวจ

การสำรวจเป็นการหาความสัมพันธ์ตำแหน่งของจุดที่อยู่บนหรืออยู่ใกล้ผิวโลก เป็นการวัดหาระยะราบและระยะดิ่งระหว่างวัตถุ การวัดมุมราบและมุมสูง การวัดระยะและทิศทางของเส้นนั้น เป็นการกำหนดตำแหน่งของจุด จากค่าที่วัดได้จากการสำรวจจะนำมาคำนวณ ซึ่งระยะจริง มุม ทิศทาง ตำแหน่ง ค่าระดับ เนื้อที่ และปริมาตร จะสามารถหาข้อมูลจากการสำรวจ และผลที่ได้จากการคำนวณจะสามารถนำไปสร้างแผนที่ได้ หรือนำไปเขียนแบบสำรวจเพื่อใช้ออกแบบ เช่น Profiles Cross section และ Diagrams

ในปัจจุบันการสำรวจได้เปลี่ยนแปลงไปมาก ต่างจากอดีตมากมาย เช่น การสำรวจและการทำแผนที่จากรูปถ่ายทางอากาศ (Arial proto grammetry) การสำรวจทางดาวเทียม (Satellite Surveying) การสำรวจและส่งข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) การสำรวจด้วยระบบความเฉื่อย (Inertial Surveying) และการสำรวจด้วยเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลในการสำรวจอย่างหนึ่ง ถ้าใช้ Electronic fried book ช่วยก็จะสามารถรวบรวมและเก็บข้อมูลได้มากมาย

จากเครื่องมือที่ทันสมัยและการเก็บข้อมูลได้มากและสะดวก หน้าที่ของช่างสำรวจได้ขยายมากขึ้น ไม่เฉพาะแต่การทำงานในสนาม การคำนวณในสำนักงาน และเขียนแผนที่เท่านั้นยังมีงานเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้านต่างๆ และศึกษาใหม่อยู่เสมอ

การสำรวจไม่ใช่ต้องการเฉพาะการมีโครงการการก่อสร้างขนาดใหญ่ การทำแผนที่ และการสำรวจกรรมสิทธิ์ที่ดินเท่านั้น แต่จะรวมถึงการสำรวจทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น ธรณีวิทยา

Geophysics ชีววิทยา การเกษตร ป่าไม้ ทุ่งหญ้า และสัตว์ป่า อุทกวิทยา สมุทรศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และแหล่งวัฒนธรรมของมนุษย์

ประเภทของงานสำรวจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1.1 การทำวงรอบและเก็บรายละเอียด

งานวงรอบ (Traverse) หมายถึง ระบบการสำรวจที่มีการรังวัดมุมกับการวัดระยะประกอบกับงานรังวัดทางดาราศาสตร์เพื่อขยายโครงข่ายหมุดหลักฐานทางราบให้หนาแน่นยิ่งขึ้น

ชนิดของวงรอบแบ่งตามลักษณะของวงรอบจะได้ 2 ชนิด คือ

1. วงรอบปิด (Closed Traverse) ลักษณะวงรอบจะออกจากหมุดเริ่มต้นที่รู้ตำแหน่งและทิศทางเริ่มต้นที่แน่นอนวนกลับมาที่จุดเดิม

2. วงรอบเปิด (Opened Traverse) ลักษณะวงรอบจะออกจากหมุดเริ่มต้นที่รู้ตำแหน่งและทิศทางเริ่มต้นที่แน่นอน ไปจบกับหมุดสุดท้ายที่รู้ตำแหน่งและทิศทาง

ในการทำแผนที่เพื่อจำลองรูปลักษณะของพื้นที่จริง จำเป็นต้องเก็บรายละเอียดสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ รวมทั้งสิ่งที่เกิดจากธรรมชาติ การทำวงรอบ (Traverse) เป็นการกำหนดขอบเขตรอบบริเวณพื้นที่ที่ทำการสำรวจ และถ่ายตำแหน่งพิกัดและทิศทางองศา อ้างอิงไปสู่พื้นที่สำรวจและสามารถคำนวณความถูกต้องของงานโครงข่าย วงรอบ จากการคำนวณผลรวมมุมภายในและพิกัดเทียบกับมาตรฐานชั้นงาน และปรับแก้ความผิดพลาดในงานสำรวจ เพื่อให้ได้แผนที่ที่มีรายละเอียดต่อเนื่องและถูกต้อง

องค์ประกอบสำคัญสำหรับงานสำรวจ

1. สถานที่ที่จะกำหนดเป็นหมุด หากเป็นพื้นดินควรเป็นดินแข็ง มั่นคง หรือเป็นขอบถนน สิ่งปลูกสร้าง เช่น สะพาน อาคาร สถานีรถไฟ อนุสาวรีย์ เจดีย์ ฯลฯ วางตำแหน่งให้สามารถเก็บรายละเอียดได้ทั่วพื้นที่สำรวจ

2. จุดอ้างอิง (Reference point) กรณีที่หาหมุดไม่เจอ หรือถูกฝังกลบหรือถูกถอนทิ้ง งานรังวัดที่อ้างอิงกับหมุดดังกล่าวจะใช้ไม่ได้ ต้องรังวัดใหม่ จึงควรทำการอ้างอิงตำแหน่งหมุดไว้กับหลักที่เห็นได้ง่าย เช่น ต้นไม้ยืนต้น, จุดตัดกันของคันนา, แยก, มุมถนน หรือใช้สิ่งก่อสร้างถาวร เช่น มุมตึก เสาไฟฟ้า เป็นต้น

3. การเก็บรายละเอียดในพื้นที่ (Detailing) ในการทำแผนที่ จำเป็นต้องเก็บรายละเอียดต่างๆ ในพื้นที่ทั้งสิ่งก่อสร้างถาวร เช่น ตำแหน่งที่ตั้งขอบเขตของ อาคาร โรงจอดรถ อนุสาวรีย์ เสาไฟฟ้า ไฟส่องสว่างแนวรั้ว ขอบเขตที่ดิน แนวถนน ทางเดินเท้า รางรถไฟ ราง หรือท่อระบายน้ำ หรือสิ่งก่อสร้างชั่วคราว เช่น ป้อมยาม โต๊ะหินอ่อน หัวรับน้ำดับเพลิง รวมถึงรายละเอียดทาง

ธรรมชาติต่างๆ เช่น แนวแม่น้ำ คลอง ขอบเขตของบึง สระน้ำ ทั้งนี้ รายละเอียดที่เก็บขึ้นกับลักษณะของแผนที่ที่จะนำไปใช้งาน

หลักการทำงานวงรอบและเก็บรายระเอียด

1. กำหนดตำแหน่งหมุดควบคุมของโครงข่ายวงรอบให้ครอบคลุมพื้นที่สำรวจ โดยให้แต่ละหมุดมองเห็นหมุดก่อนหน้า (Back sight, BS) และหมุดถัดไป (Fore sight, FS) ของโครงข่าย อาจใช้วิธีถางแนวเล็งหรือขยับตำแหน่ง เมื่อเล็งเห็นกันดีแล้วจึงตอกหมุดและทำเครื่องหมายที่หมุดสำคัญอาจทำหมุดอ้างอิง (reference) การกำหนดหมุดควรกำหนดหมุดเท่าที่จำเป็น เพื่อลดงานและลดข้อผิดพลาด ทั้งนี้ระยะระหว่างหมุดต้องไม่เกินระยะไกลสุดของกล้อง

2. เริ่มรังวัดออกจากหมุดหลักฐานที่ทราบพิกัด และแนวเริ่มต้น หากไม่มี ให้ถ่ายพิกัดและแนวเริ่มต้นจากหมุดฐานของหน่วยงานราชการ เช่น กรมผังเมือง

3. วัดมุมและระยะทางจาก BS ไป FS (หน้ากล้องซ้าย-ขวา) เช็คความคลาดเคลื่อนจากข้อมูล ทำเช่นนี้จนครบวงรอบ

4. เก็บรายละเอียดในพื้นที่ โดยอิงแนววงรอบหลัก หากเก็บไม่หมด อาจซอยหมุดย่อยเข้าไปเก็บรายละเอียดเพิ่มเติม

5. คำนวณความคลาดเคลื่อน (Error) ของผลรวมมุมในวงรอบหลัก เทียบกับค่ามาตรฐานที่ยอมให้ หากเกินมาตรฐานต้องกลับไปซ่อมงาน

6. คำนวณปรับแก้มุมในวงรอบหลัก

7. คำนวณปรับแก้มุมในวงรอบย่อยอื่นๆ (ถ้ามี)

8. คำนวณถ่ายทิศทางจากแนวเริ่มต้นไปยังแนวอื่นๆในวงรอบความคลาดเคลื่อน (Error) หรือข้อผิดพลาด (mistake) ในการวัดมุม

การปรับแก้มุมภายในวงรอบปิด

ผลรวมมุมภายในวงรอบปิด = (n-2) ×180° ; เช่น มุมภายในวงรอบปิดสี่เหลี่ยม = 360° มาตรฐานงานวงรอบ ชั้นที่ 3 ยอมให้มีความคลาดเคลื่อน (error) ไม่เกิน ± 30"$\sqrt{n}$ (USA) หรือ ±75"$\sqrt{n}$ (กรมที่ดิน) หากคลาดเคลื่อนเกินมาตรฐาน ต้องแก้งานจนได้มาตรฐานแล้วปรับปรุงแก้มุมในวงรอบ โดยเฉลี่ยข้อผิดพลาดเข้าไปในแต่ละมุมจากค่าปรับแก้ (Correction) = - error / n

การคำนวณโดยใช้ระบบพิกัดฉาก

การคำนวณโดยใช้ระบบพิกัดฉาก หลังจากคำนวณปรับแก้มุมภายใน และคำนวณทิศทางของแนวแล้ว คำนวณต่อได้ดังนี้

1. คำนวณผลต่างของแต่ละหมุดในแกน y และ x จากสูตร Latitude = L cos Ø และ Departure = L sin Ø หากทิศทางเป็น Azimuth ค่า cos Ø, sin Ø จะแสดงเครื่องหมาย + / -หาก เป็น Bearing ค่า cos Ø, sin Ø มีค่าเป็น + เสมอ ต้องใส่เครื่องหมาย

2. ปรับแก้ค่า Latitude และ departure จากสูตร $\sum$Lat. = 0 และ $\sum$Dep. = 0

3. สูตรปรับแก้

3.1 ถ้าความละเอียดเชิงมุม = ความละเอียดเชิงระยะทาง

เช่น ใช้กล้องดิจิตอลทีโอโดไลท์ หรือกล้องวัดมุม + เทปวัดระยะทาง

ใช้สูตร Compass rule

$$\text{Corr. Lat.} = -\sum \text{Lat.} \times L / \sum L$$

และ $$\text{Corr. Dep.} = -\sum \text{Dep.} \times L / \sum L$$

3.2 ถ้าความละเอียดเชิงมุม > ความละเอียดเชิงระยะทาง

เช่น ใช้กล้องวัดมุมและการวัด Stadia

ใช้สูตร Transit rule

$$\text{Corr. Lat.} = -\sum \text{Lat.} \times L / |\sum \text{Lat.}|$$

$$\text{Corr. Dep.} = -\sum \text{Dep.} \times L / |\sum \text{Dep.}|$$

4. คำนวณความคลาดเคลื่อนรวม (Error) จากสูตร $\text{Error} = \sqrt{(\sum \text{Lat.})^2 + (\sum \text{Dep.})^2}$

5. คำนวณความละเอียดหรือความถูกต้องของงาน (Accuracy) จาก

$$\text{Accuracy} = \text{error} / \sum L$$

6. คำนวณพิกัดของหมุดต่างๆในวงรอบ

7. คำนวณพิกัดของรายละเอียดต่างๆ เพื่อลงในแผนที่

การปรับแก้วงรอบหลายทางโดยวิธีเฉลี่ยตามน้ำหนัก (Weight Mean)

กรณีพื้นที่สำรวจมาก อาจต้องแบ่งการสำรวจเป็นพื้นที่กลุ่มย่อย หลายวงรอบ เมื่อแต่ละกลุ่มปรับแก้มุมในวงรอบและคำนวณพิกัดในวงรอบแล้ว ค่าพิกัดหมุดที่เป็นจุดร่วมของวงรอบจะมีหลายค่า จำเป็นต้องทำการปรับแก้ให้เป็นค่าเดียวกันทุกกลุ่ม โดยการปรับแก้พิกัดจะให้น้ำหนักผกผันกับความยาวของการรังวัดในวงรอบของแต่ละกลุ่ม ยิ่งรังวัดยาวขึ้น โอกาสผิดพลาดอาจมีมากขึ้น ปรับแก้ค่าพิกัดโดยใช้สูตร

$$Y_O = [\sum (Y_N/L_N) / \sum (1/L_N)] \text{ และ } X_O = [\sum (X_N/L_N) / \sum (1/L_N)]$$

มาตรฐานและข้อกำหนดของงานสำรวจ

เพื่อให้การปฏิบัติงานสำรวจวางหมุดหลักฐานทางราบเป็นมาตรฐานสากล และสอดคล้องกับมาตรฐานของคณะกรรมการควบคุมงานยีออเดซีแห่งสหรัฐอเมริกา(Federal geodetic control Committee: FGCC) โดยแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานและลักษณะของงานวงรอบ

มาตรฐานและลักษณะของงานวงรอบ					
การจำแนก	งานชั้นที่1	งานชั้นที่2		งานชั้นที่3	
		ประเภทที่1	ประเภทที่2	ประเภทที่1	ประเภทที่2
1. เรขาคณิตของโครงข่าย (Network Geometry)					
1.1ระยะห่างระหว่างหมุดหลักฐาน ไม่น้อยกว่า (กม.)	10	4	2	0.5	0.5
1.2มุมเบี่ยงเบนจากทิศทางสายงานวงรอบ สูงสุดไม่เกิน (องศา)	20	20	25	30	40
1.3การโยงยึดกับหมุดระดับ ไม่น้อยกว่า (หมุด)	2	2	2	2	2
1.4ระยะห่างของแนวแอซิมัธดาราศาสตร์ ไม่มากกว่า (จำนวนตั้งกล้อง)	6	12	20	25	40
1.5การโยงยึดกับหมุดหลักฐานทางราบ ไม่น้อยกว่า (หมุด)	4	3	2	2	2
2.เครื่องมือ (Instruments)					
2.1ความละเอียดของกล้องวัดมุม (ฟิลิบดา)	0.2	1	1	1	1
2.2การตรวจสอบแกนกล้องวัดมุม (Collimation Error)	ถ้าเกินเกณฑ์ 30 ฟิลิบดา จะต้องปรับแก้สายใย และหลอดระดับของกล้อง				
2.3เครื่องมือวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (EDM)	ควรได้รับการตรวจสอบกับระยะมาตรฐาน และตรวจสอบความถี่ไปพร้อมกัน				
	เป็นประจำอย่างน้อยทุก 6 เดือน				
3.การปฏิบัติงานในสนาม (Field Procedures)					
3.1การรังวัดมุมราบ (ทิศทาง)					
จำนวนชุดการวัดมุม	16	8หรือ12	6หรือ8	4	2
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ไม่เกิน (ฟิลิบดา)	0.4	0.5	0.8	1.2	2
เกณฑ์ปฏิเสธค่าการวัดซึ่งต่างจากค่าเฉลี่ย (ฟิลิบดา)	4	5	5	5	5
3.2การรังวัดมุมสูงแบบส่องย้อน					
จำนวนชุดการวัดมุม (หน้าซ้าย/หน้าขวา)	3	3	2	2	2
ความแตกต่างของการวัดมุมที่ยอมให้ (ฟิลิบดา)	10	10	10	10	20
ช่วงเวลาระหว่างการรังวัดแบบส่องย้อน ไม่เกิน (ชั่วโมง)	1	1	1	1	1
3.3การรังวัดแอซิมัธดาราศาสตร์					
จำนวนชุดการวัดต่อคืน	16	16	12	8	4
จำนวนคืนที่ทำการวัด	2	2	1	1	1
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ไม่เกิน (ฟิลิบดา)	0.45	0.45	0.6	1	1.7
เกณฑ์ปฏิเสธค่าการวัดซึ่งต่างจากค่าเฉลี่ย (ฟิลิบดา)	5	5	5	6	6
3.4การรังวัดระยะด้วยเครื่องมือวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (EDM)					
จำนวนชุดการรังวัดต่ำสุด	1	1	1		1
จำนวนครั้งของการรังวัดใน 1 ชุด ไม่น้อยกว่า	10ถึง20	10ถึง20	10ถึง20	10	10
4.การปฏิบัติงานในสำนักงาน (Office Procedures)					
4.1ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบของแนวแอซิมัธตรวจสอบ	1.7"$\sqrt{N}$	3"$\sqrt{N}$	4.5"$\sqrt{N}$	10"$\sqrt{N}$	12"$\sqrt{N}$
(เมื่อ N คือ จำนวนการตั้งกล้อง)					
4.2ความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบทางตำแหน่ง ภายหลังปรับแก้แอซิมัธแล้ว	1:100,000	1:50,000	1:20,000	1:10,000	1:5,000
(เมื่อ K คือ ระยะทาง เป็นกิโลเมตร)	0.04ม.$\sqrt{K}$	0.08ม.$\sqrt{K}$	0.2ม.$\sqrt{K}$	0.4ม.$\sqrt{K}$	0.8ม.$\sqrt{K}$
* การรังวัด 8 ชุด สำหรับกล้อง 0.2 ส่วนการรังวัด 12 ชุด สำหรับกล้อง 1.0					
** การรังวัด 6 ชุด สำหรับกล้อง 0.2 ส่วนการรังวัด 8 ชุด สำหรับกล้อง 1.0					

2.1.2 งานระดับ

การทำระดับมีรูปแบบและวิธีการดังนี้

1. การทำระดับแบบวงรอบเปิด ปกติผู้ทำระดับแบบนี้จะทำงาน 2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

2. การทำระดับแบบวงรอบปิด เป็นการทำงานระดับที่ครบรูปวงรอบ คือเริ่มต้นส่องกล้องจากระดับของหมุดหลักฐานใดก็ส่องกล้องกลับมาบรรจบที่หมุดหลักฐานอันเดิมนั้น จะทำให้ทราบค่าความถูกต้องในการทำงานได้ในเมื่อส่องกล้องไม้หน้า (F.S.) เข้าหาหมุดหลักฐานเดิมแล้วคือค่าระดับได้เท่าเดิม

3. การทำระดับแบบไปกลับ เป็นการทำระดับที่มีลักษณะคล้ายกับแบบวงรอบปิดนั่นเอง แต่เป็นการทำงานใช้กับทางยาวๆ จุดที่ตั้งไม้วัดระดับถ้ากำหนดจุดแน่นอนไว้ได้ก็จะยิ่งทำให้สามารถตรวจสอบงานได้ทุกจุดที่อ่านค่าระดับว่าอ่านผิดหรือถูก

4. การทำระดับแบบใช้กล้อง 2 กล้อง คือให้คนทำงานระดับ 2 ชุด แล้วนำเอาค่าระดับมาเปรียบเทียบกัน เพื่อตรวจสอบหาความถูกต้อง

5. การทำงานระดับแบบใช้กล้องเพียงกล้องเดียวแต่ตั้งกล้อง 2 ครั้ง วิธีนี้ก็สามารถตรวจสอบหาความถูกต้องได้ แต่งานล่าช้ามาก

6. การทำงานระดับโดยใช้ไม้วัดระดับ 2 อัน คือตั้งไม้วัดระดับพร้อมๆกัน 2 อัน แล้วอ่านค่าตรวจสอบค่าความถูกต้องจากไม้วัดระดับ 2 อัน

องค์ประกอบสำคัญของงานระดับ

1. ผิวระดับ (Level Surface) คือ ผิวราบที่ขนานไปกับผิวระดับน้ำทะเลปานกลาง หรือพื้นผิวนั้นตั้งฉากกับเส้นดิ่ง ถ้าเป็นระยะสั้นๆ ก็จะเป็นแนวตรง และถ้าเป็นระยะยาวๆ ผิวระดับก็จะโค้งไปตามแนวระดับน้ำทะเลปานกลาง (M.S.L.)

2. เส้นระดับ (Level Line) คือแนวเส้นที่อยู่ตามพื้นผิวระดับ

3. ค่าระดับ (Elevation) คือค่ากำหนดความสูง เป็นค่าของระดับที่วัดในแนวดิ่ง สืบเนื่องมาจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (M.S.L.) ดังนั้นค่าระดับจึงอาจจะอยู่เหนือหรือต่ำกว่าพื้นฐานการระดับก็ได้

4. เส้นเล็ง (Line of Sight or Line of Collimation) คือเส้นแนวเล็งของกล้องระดับซึ่งเป็นแนวศูนย์กลางของเลนส์ปากกล้องผ่านกับจุดตัดของเส้นสายใย

5. สเตชั่น (Station) ใช้อักษรย่อ เอสทีเอ (Sta.) คือจุดที่ตั้งไม้ระดับเพื่อหาค่าระดับ

วิธีการทำงานระดับ

การทำระดับเพื่อหาความแตกต่างของการคำนวณความสูง สามารถหาได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1. การทำระดับโดยใช้เครื่องวัดความดันอากาศ (Barometric Leveling) เป็นการหาค่าความแตกต่างของความกดบรรยากาศ ณ จุดที่ต่างกันด้วยเครื่องมือวัดความกดอากาศ (barometer) แล้วนำมาคำนวณเปลี่ยนเป็นค่าระดับความสูง

2. การทำระดับโดยอาศัยหลักวิชาตรีโกณมิติ (Indirect or Trigonometric Leveling) โดยการวัดมุมดิ่งระยะรวม แล้วนำมาคำนวณหาระดับตามวิธีของวิชาตรีโกณมิติ

3. การทำระดับด้วยระดับน้ำ (Direct or Spirit Leveling) โดยการวัดระยะทางในทางดิ่งโดยตรง วิธีนี้เป็นวิธีที่ละเอียดที่สุดในการกำหนดความสูง จะใช้กล้องระดับกับไม้วัดระดับเป็นเครื่องมือในการทำระดับ เป็นที่นิยมทำกันมากในงานด้านวิศวกรรมโยธา อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และงานอื่นๆ ที่ต้องการความละเอียดของงานทำระดับ

2.2 ปริมาณน้ำฝนและการระบาย

ในการออกแบบระบบระบายน้ำฝนพื้นที่หนึ่งๆ จำต้องวางแผนและออกแบบระบบให้เป็นในรูปแบบของโครงการหลักสำคัญของพื้นที่ กล่าวคือออกแบบในลักษณะที่เรียกว่าเป็นการวางแผนของลุ่มน้ำ (Basin wide planning) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเป็นชุมชนขนาดใหญ่ โดยต้องวางแผนให้มีท่อระบายหลักไว้ทั้งเขตของพื้นที่นั้นๆ จากนั้นจึงออกแบบระบบระบายแต่ละท้องถิ่นมาเชื่อมเข้ากับท่อหลักนี้อีกต่อหนึ่ง วิธีนี้จะหลีกเลี่ยงปัญหาที่ท่อระบายหลักของแต่ละเขตไม่สามารถมาบรรจบเข้ากันในภายหลังได้

2.2.1 ปริมาณน้ำฝนไหลนอง

การประมาณปริมาณน้ำฝนไหลนองเพื่อประกอบการออกแบบระบบท่อระบายน้ำกระทำได้ยากมาก ด้วยสาเหตุหลายประการ ประการแรกได้แก่ อัตราและปริมาณน้ำฝนเองที่มีการเปลี่ยนแปลงในทุกฤดูและทุกปี ประการต่อไปได้แก่ พื้นที่ผิวที่ฝนตกลงไปนั้นมีขีดความสามารถในการอุ้มน้ำ (Retention) และให้น้ำซึมลงดิน (infiltration) ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับต้นไม้ ใบหญ้าและพื้นที่ผิวคอนกรีต หรือวัสดุอื่นๆที่ซึมลงไม่ได้ ฯลฯ ว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด โดยปกติปริมาณน้ำไหลนองเท่ากับปริมาณน้ำฝน ลบด้วยปริมาณน้ำซึมลงดิน และปริมาณน้ำที่ระเหยทั้งโดยธรรมชาติและผ่านต้นไม้ (evaporation and evapotranspiration) รวมทั้งส่วนที่ถูกเก็บกักเอาไว้ในผิวดิน ในแอ่ง ในส่วนพื้นที่ลุ่ม ฯลฯ ดั้งนั้นสภาพพื้นที่ผิวและใต้พื้นที่ผิว(subsurface)ทั้งในรูปธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น มีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำไหลนองมาก

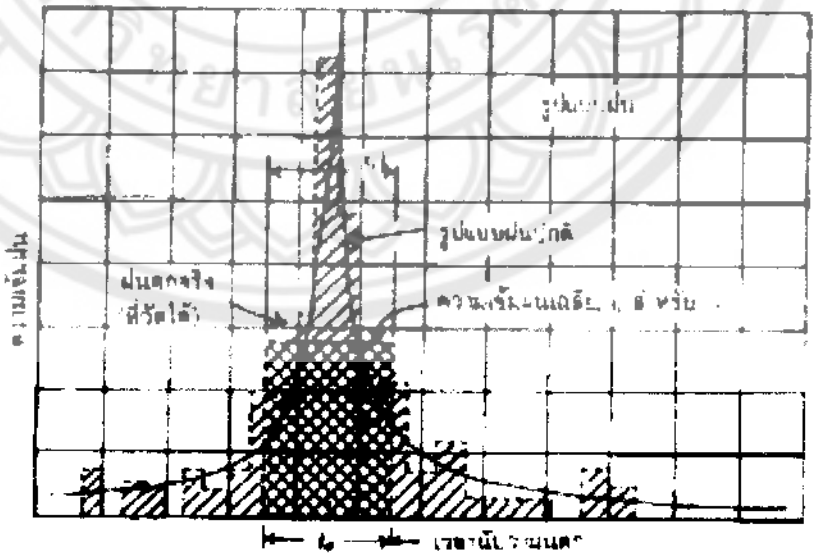
หลักการในการประมาณปริมาณน้ำไหลนองมีอยู่สองแนวความคิดด้วยกัน ในหลักการแรกกำหนดให้ปริมาณน้ำไหลนองมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนโดยตรง โดยให้เป็นสัดส่วนกับปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่ๆคำนึงถึง เรียกกันว่า เป็นวิธีเรชันแนล หรือ อาร์เอ็ม(Rational Method R.M.) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายกันในปัจจุบัน แม้จะคำนวณปริมาณน้ำไหลนองได้ไม่ตรงกับความเป็นจริงนักก็ตาม ส่วนในแนวความคิดที่สองจะประมาณปริมาณน้ำไหลนองโดยคิดหักปริมาณน้ำที่ซึมลงดิน ปริมาณน้ำที่ถูกอุ้มไว้ในดิน ในพืชและระหว่างการไหล ออกจากปริมาณฝนที่ตกลงมา โดยได้พัฒนาขึ้นเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำไหลนองที่แม่นยำขึ้น และมีผลสืบเนื่องไปยังการก่อสร้างท่อระบายน้ำให้ได้ถูกต้องในเชิงเศรษฐศาสตร์มากยิ่งขึ้นด้วย

2.2.2 ฝน

เมื่อเกิดฝนตกขึ้น ฝนนี้จักไม่ตกลงบนพื้นที่ขนาดใหญ่ด้วยความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) และความนานของฝนที่เท่ากันตลอดเวลา ในบางท้องที่อาจมีฝนเข้มมากหรือฝนตกหนักและนาน ฝนขณะที่บางท้องที่จะมีฝนเบาบางและตกในช่วงสั้นๆ หรืออาจไม่มีฝนเลยก็ได้ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วฝนที่ตกเป็นห่าใหญ่มักจะตกเพียงในช่วงสั้นๆ ยกเว้นจะเป็นฝนที่ตกเป็นห่าใหญ่ในรอบหลายๆปี ซึ่งในกรณีนี้อาจเป็นฝนที่ตกหนักและนานได้

รูปแบบของฝน

ในสถานที่หนึ่งๆ โดยปกติเมื่อฝนห่าหนึ่งๆเริ่มตก ฝนนั้นมักจะตกด้วยอัตราความเข้มต่ำและเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงจุดๆหนึ่งจะได้ฝนที่ความเข้มสูงสุด หลังจากจุดนี้ไปแล้วฝนจึงเริ่มซาเม็ดลง จนถึงจุดฝนหยุดในที่สุด ลักษณะฝนที่ตกปกติแสดงดังในรูปที่ 2.1

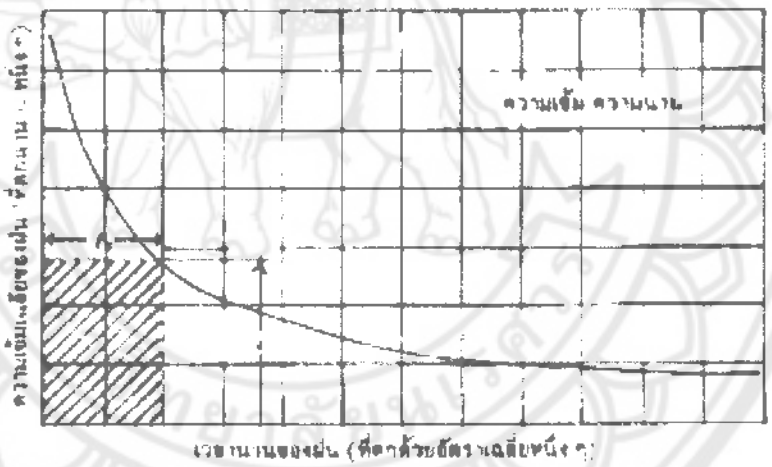


รูปที่ 2.1 ลักษณะและรูปแบบฝนปกติ

จากรูปดังกล่าว เห็นได้ว่าเวลาที่ฝนตกจะยาวนาน นอกจากนี้ในช่วงต้นๆและหลังๆ ของฝนห่าหนึ่งๆ มีความเข้มของฝนเบาบางมาก ซึ่งในลักษณะนี้ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการไหลนองอย่างมีนัยสำคัญเลย จึงกำหนดให้คำนึงถึงเฉพาะช่วงเวลาที่ฝนจะมีผลกระทบต่อการระบายเท่านั้น เรียกว่า **ช่วงเวลานับว่าฝนตก** (time of concentration) พึงสังวรไว้ว่าเวลานับว่าฝนตก (t_c) นี้ ไม่ใช่เวลาที่ฝนตกจริงๆ แต่จะมีระยะเวลาสั้นกว่าฝนตกจริง ส่วนจะมีช่วงสั้นกว่าฝนตกจริงเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของฝนแต่ละท้องถิ่น แต่ละฤดูและในแต่ละปี

2.2.3 ความเข้ม ความนาน ความถี่ของฝน

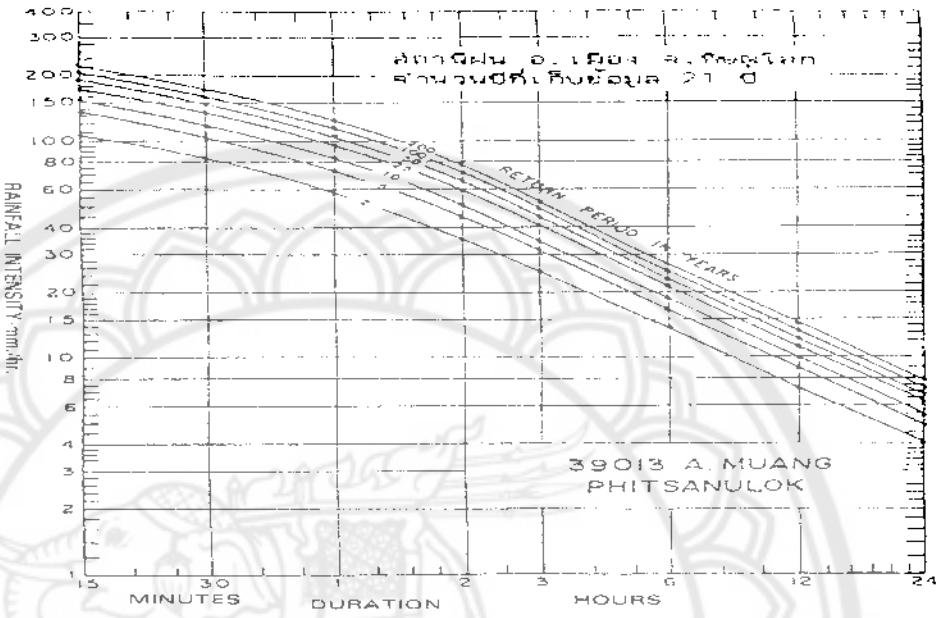
โดยปกติทางธรรมชาติ ฝนที่ตกหนักมักตกในช่วงสั้นๆ ความสัมพันธ์ของความเข้มเฉลี่ยของฝนกับความนานของเวลาที่นับว่าฝนตก (t_c) ซึ่งความสัมพันธ์ของฝนจะต้องสร้างขึ้นสำหรับเฉพาะแห่งและเป็นหน้าที่ของวิศวกรที่จะต้องศึกษาข้อมูลแต่ละท้องที่ มาประกอบการออกแบบระบบระบายน้ำฝนหรือป้องกันน้ำท่วมของตน



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มและความนานของฝนหนึ่งๆ

ในขณะเดียวกันฝนที่ตกลงบนท้องที่หนึ่งๆจะไม่เท่ากันในทุกๆปีขึ้นอยู่กับความถี่ของฝนห่าใหญ่ที่พึงมีในท้องที่นั้นๆ ฝนที่ตกใหญ่ในรอบ 100 ปี ย่อมมีขนาดใหญ่กว่าฝนห่าใหญ่ในรอบ 5 ปี (รูปที่2.3) สำหรับความถี่ในการออกแบบ (Design frequency) ถือกันว่าให้เป็นความถี่ที่โดยเฉลี่ยแล้วจะเกิดเหตุการณ์ฝนตกใหญ่กว่า หรือเท่ากับฝนห่านั้นๆ เพียงหนึ่งครั้งในรอบปีที่คำนึงถึง วิธีกำหนดการกลับมาของฝนห่าใหญ่ๆในลักษณะนี้เป็นที่นิยมของวิศวกรกลุ่มหนึ่ง ในขณะที่กลุ่มหนึ่งนิยมกำหนดนิยามให้เป็น โอกาสเกิดขึ้น (probability of occurrence) ซึ่งเท่ากับส่วนกลับของ

ความถี่ฝน ในกรณีนี้โอกาสเกิดขึ้นในรูปของความเป็นไปได้ที่จะเกิดฝนเท่ากับหรือหนักกว่าฝนที่กล่าวถึง



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างความสัมพันธ์ของความเข้ม ความนาน และความถี่ของฝนห่าหนึ่ง

2.2.4 ทฤษฎีเรชั่นแนล หรือวิธีอาร์เอ็ม (Rational Method)

ในวิธีอาร์เอ็ม หรือที่นิยมเรียกกันในประเทศอังกฤษว่า วิธี ลอยด์-เดวีส (Lloyd-Davies method) กำหนดให้อัตราน้ำไหลนอง มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของฝนดังสูตร

$$Q = CiA$$

สมมุติฐานที่สำคัญของทฤษฎีเรชั่นแนล หรือวิธีอาร์เอ็ม 4 ประการ คือ

1. ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองเป็นค่าคงที่

ค่า C นี้แม้จะเป็นค่าคงที่สำหรับลักษณะพื้นที่ขนาดเล็กหนึ่งๆ ในสภาพแวดล้อมหนึ่งๆ ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาพื้นที่ระบายน้ำขนาดใหญ่ขึ้นไปแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์นี้จักแปรผันไปได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ๆใหม่ชิ้นนั่นว่ามีความสามารถการไหลนองอย่างไร ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองนี้เป็นค่าคงที่ได้ก็เฉพาะสำหรับลักษณะพื้นที่หนึ่งๆ และในสภาวะหนึ่งๆเท่านั้น ในบริเวณที่มีขอบเขตจำกัดและมีข้อมูลพื้นที่ผิวรวมทั้งได้พื้นที่ผิวดีเพียงพอเราอาจทดลองหาค่า C ของบริเวณนั้นๆ ได้โดยไม่ยากนัก แต่เมื่อมีการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมหรือเมื่อพิจารณาพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งมีพื้นที่หลายลักษณะประกอบเข้าด้วยกัน ค่า C นี้จักมีการแปรผันได้มาก ดังนั้นการที่จะกำหนดค่า

C ให้เป็นค่าคงที่หนึ่งๆ ได้แม่นยำจึงกระทำได้ยาก แต่ในทางปฏิบัติในวิธีอาร์เอ็ม วิศวกรผู้ออกแบบจำต้องกำหนดค่าคงที่ C นี้ขึ้นมาสำหรับการคำนวณหาอัตราการไหลนอง ค่า C ที่กำหนดให้เป็นค่าคงที่นี้สามารถมีความคลาดเคลื่อนได้

2. อัตราไหลนองสูงยอดที่จุดใดๆ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มเฉลี่ยของฝนที่ตกในช่วงเวลานับว่าฝนตก และไหลมาจนถึงจุดนั้นๆ นั่นคือ ค่า Q จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่า i นั่นเอง จากรูปที่ 2.1 เห็นได้ว่าอัตราสูงยอดของฝนห่าหนึ่งๆมีค่ามากกว่าอัตราเฉลี่ยของฝนห่านั้นๆ ได้มาก แต่ถ้ากำหนดให้อัตราน้ำไหลนองสูงสุดเป็นสัดส่วนกับอัตราสูงยอดของฝนก็จักไม่ตรงกับความเป็นจริง เพราะฝนสูงยอดเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ เพียงจุดหนึ่งเท่านั้น ในขณะที่น้ำไหลนองเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลาที่นานกว่าช่วงเวลาที่เกิดอัตราฝนสูงยอด ดังนั้นสมมุติฐานในข้อนี้จึงบ่งเพียงว่าอัตราสูงยอดของน้ำไหลนองแปรผันตามอัตราเฉลี่ยของฝนในช่วง นั้นๆ เท่านั้น ซึ่งแน่นอนที่สมมุติฐานนี้ย่อมมีความคลาดเคลื่อนแต่ก็ให้ผลลัพธ์ที่น่าจะยอมรับได้ในทางปฏิบัติ

3. เวลานับว่าฝนตก (t_c) ให้ถือว่าเท่ากับเวลาที่น้ำไหลนองก่อตัวเป็นรูปร่างและไหลจากจุดที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบายมายังจุดที่กำลังพิจารณาหรือออกแบบ

ในกรณีนี้หมายถึงทางด้านเวลาในการไหลนองของน้ำบนผิวพื้นที่ระบายมาเข้าท่อ และไหลตามท่อมายังจุดที่คำนึง ไม่ใช่ระยะทาง กล่าวคือขึ้นอยู่กับความเร็วของการไหลของน้ำไหลนองบนผิวดินและการไหลในเส้นท่อระบายด้วย ถ้าระยะทางสั้นแต่ไหลช้าก็อาจมีค่า (t_c) มากกว่า (t_c) ในกรณีระยะทางยาวแต่ไหลเร็วได้ นอกจากนี้การไหลนองของการระบายน้ำของพื้นที่ระบายขนาดเล็กจะใช้เวลาน้อยกว่าการไหลนองของพื้นที่ขนาดใหญ่ นั่นหมายความว่าในพื้นที่ที่ระบายเล็กจักมีค่า (t_c) ต่ำและความเข้มเฉลี่ยของฝนหรือค่า i สูง (ดูรูปที่ 2.2) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง พื้นที่ระบายยิ่งมีขนาดใหญ่จักยิ่งมีค่า i ลดลง ซึ่งนั่นก็ควรสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ เพราะฝนที่ตกลงมาแต่ละครั้งจะไม่ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่จนเกินไปนัก มักจะตกลงบนท้องที่หนึ่งๆ หรือถ้าตกพร้อมกันฝนนี้ก็มีความเข้มสูงกว่าฝนห่าเดียวกัน

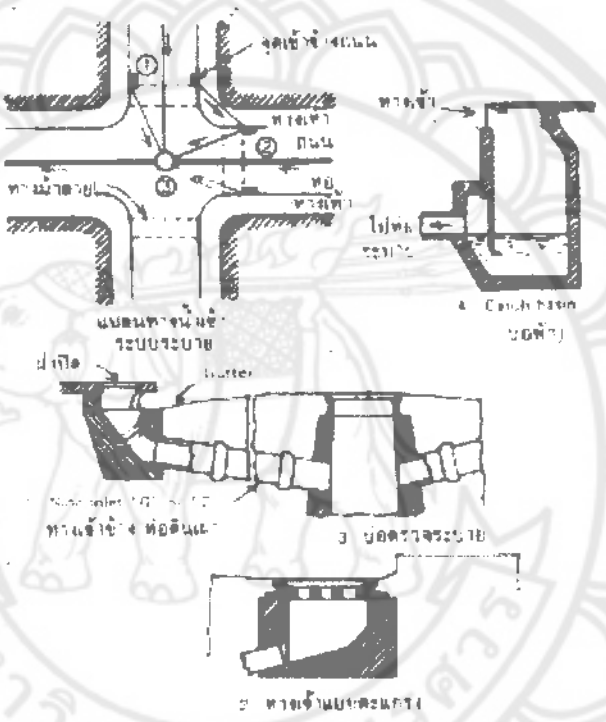
4. ความถี่ของอัตราน้ำไหลนองสูงสุดเท่ากับความถี่ของฝนที่ความเข้มเฉลี่ยนั้นๆ ในพื้นที่ระบายขนาดใหญ่ บริเวณแอ่งขังน้ำและการที่น้ำไหลระบายซึมลงดินได้ สามารถทำให้ปริมาณและอัตราของน้ำไหลนองลดลง วิธีอาร์เอ็มนี้จึงทำให้การประเมินอัตราน้ำไหลนองได้ค่ามากกว่าที่เป็นจริงได้

พื้นที่ระบาย (Drainage area)

พื้นที่ที่จะระบายน้ำออกไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ของทั้งโครงการหรือพื้นที่ขนาดเล็กที่จะต่อท่อระบายน้ำฝนในส่วนของตนมายังท่อระบายเมนเป็นข้อมูลหนึ่งที่วิศวกรต้องการทราบสำหรับ

วิธีอาร์เอ็ม และจำเป็นต้องวัดอย่างละเอียดเพราะเป็นข้อมูลที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการประเมินอัตราการไหลนอง

วิธีที่วิศวกรจะกำหนดขอบเขตของพื้นที่ระบายได้สะดวกที่สุดก็โดยอาศัยการสำรวจภาคสนามหรือใช้แผนที่ที่เหมาะสม ซึ่งรวมถึงการถ่ายภาพทางอากาศด้วย ในการออกแบบวิศวกรแบ่งพื้นที่ของทั้งโครงการออกเป็นพื้นที่ระบายขนาดเล็กออกเป็นหลายพื้นที่ ในพื้นที่เล็กๆเหล่านี้จะมีการระบายน้ำเป็นของตัวเองและรวมเข้ามาที่จุดหนึ่งๆเพื่อต่อเข้ากับท่อระบายหลักต่อไป (รูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 จุดน้ำเข้าข้างถนน (Street inlet) และการต่อเข้าบ่อตรวจระบาย

ความถี่ฝนในการออกแบบ (Design frequency) เป็นความถี่เฉลี่ยที่ฝนจะตกเท่ากับหรือมากกว่าค่านั้น 1 ครั้งในรอบปี ทั้งนี้ราคาของค่าก่อสร้างระบบท่อไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ฝน

เขตที่พักอาศัย	**ใช้ความถี่**	**2-15 ปี**
เขตพาณิชย์	**ใช้ความถี่**	**10-20 ปี**
การป้องกันน้ำท่วม	**ใช้ความถี่**	**50 ปี หรือ มากกว่า**

เวลาในการไหลของน้ำ (t_c) ในการออกแบบหมายถึง เวลาในการไหลของน้ำจากจุดที่ไกลที่สุดของพื้นที่มายังจุดที่พิจารณา (ใช้เวลานานที่สุด) ขึ้นกับความลาดชันและลักษณะพื้นที่ ระยะทางในการไหล ระยะห่างระหว่างจุดรับน้ำ การซึมลงดิน

พื้นที่พัฒนามาก ก่อสร้างหนาแน่น	**ใช้** t_c 5 นาที
พื้นที่พัฒนาพอสมควร	ใช้ t_c 10-15 นาที
พื้นที่พักอาศัย	ใช้ t_c 20-30 นาที

อาจใช้สูตร $t = \left(\frac{2}{3} \times L \times \frac{n}{s}\right)^{0.467}$ โดยค่า n หาได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า สปส. ด้านการไหลของพื้นที่ต่างๆ

ชนิดพื้นที่ผิว	N	ชนิดพื้นที่ผิว	n
Impervious surfaces	0.02	Pasture or average grass	0.4
Bare packed soil, smooth	0.1	Timberland, deciduous trees	0.6
Bare surfaces, moderately rough	0.2	Timberland. conifer	0.8
Poor grass and cultivated row crops	0.2	Dense grass	0.8

สัมประสิทธิ์ในการไหลของ C ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นผิว ความสามารถในการอุ้มน้ำ การซึมน้ำ การระเหย ฯลฯ ดังตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าสัมประสิทธิ์ในการไหลนองพื้นที่ต่างๆ

ลักษณะใช้สอยพื้นที่	C	ลักษณะพื้นที่ผิว	C
เขตธุรกิจหนาแน่น	0.7-0.95	หลังคา	0.75-0.95
เขตรอบๆเขตธุรกิจ.	0.5-0.7	ส่วนปูพื้น ยางมะตอย คอนกรีต	0.7-0.95
เขตที่พักอาศัย ชานเมือง	0.25-0.4	ส่วนปูพื้น อิฐ	0.7-0.85
เขตที่พักอาศัย ครอบครัวเดี่ยว	0.3-0.5	สนามดินทราย เรียบ-ลาด 2%	0.05-0.1
เขตที่พักอาศัย หลายครอบครัวแยกกัน	0.4-0.6	สนามดินทราย ลาด 2-7%	0.1-0.15
เขตที่พักอาศัย หลายครอบครัวติดกัน	0.6-0.75	สนามดินทราย ชัน> 7%	0.15-0.2
เขตอพาร์ทเมนต์	0.5-0.7	สนามดินแน่น เรียบ-ลาด 2%	0.13-0.17
เขตอุตสาหกรรมเบา	0.5-0.8	สนามดินแน่น ลาด 2-7%	0.18-0.22
เขตอุตสาหกรรมหนัก	0.6-0.9	สนามดินแน่น> 7%	0.25-0.35
เขตสวนสาธารณะ,สถานีรถไฟ,ที่รกร้าง	0.1-0.3		

การถมที่เพื่อการระบายน้ำ

ปฏิกิริยาแรกที่ผู้ประสบปัญหาเรื่องน้ำท่วมมักจะเป็นในทำนองยกระดับดินขึ้นเพื่อหนีน้ำ ซึ่งมักกระทำกันโดยการถมที่ วิธีการนี้นับว่าเป็นการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ถ้าผู้กระทำมีความเข้าใจและมีระบบวางแผนการถมที่ดินพอ แต่ถ้าพื้นที่บริเวณที่น้ำท่วมถึงและต้องการถมนี้มีอาณาเขตกว้างขวางมาก มาตรการถมที่ก็ไม่เป็นวิธีการที่น่าสนใจอีกต่อไป เพราะราคางบลงทุนการถมที่ในลักษณะนี้จะสูงมากตามไปด้วย

2.3 ปริมาณน้ำเสียชุมชน

ปริมาณน้ำเสียอันเกิดขึ้นจากการอุปโภคบริโภคของประชาชน จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำประปาที่ประชากรกลุ่มนั้นใช้ไปในการดำรงชีวิตแต่ละวันค่าเฉลี่ยประจำวันของปริมาณน้ำเสียดังกล่าวมักเรียกกันว่า Dry Weather Flow (DWF) ซึ่งโดยปกติจะน้อยกว่าปริมาณน้ำใช้เล็กน้อย ด้วยอาจมีการสูญเสียไปอันเนื่องมาจากการอุปโภคในลักษณะที่ไม่ก่อให้เป็นน้ำเสียลงท่อระบาย โดยปกติค่า DWF นี้อยู่ในเกณฑ์ประมาณร้อยละ 60-80 ของน้ำใช้ในเขตแห้งแล้งบางแห่งน้ำมีความสำคัญมากและการใช้น้ำจะเป็นไปอย่างระมัดระวัง ค่านี้อาจลดลงถึงเพียงร้อยละ 40 ในขณะที่ในเมืองที่มีการอุตสาหกรรมรวมอยู่ด้วยมากและมีการผลิตน้ำประปาใช้เองอาจมีปริมาณน้ำเสียในเส้นท่อเมื่อเทียบเป็นจำนวนลิตรต่อคนต่อวัน มากกว่าน้ำที่ใช้ผลิตส่งออกจากโรงประปาได้

สำหรับชุมชนขนาดเล็ก การคำนวณปริมาณน้ำเสียมักอาศัยการคำนวณจากความหนาแน่นประชากรและข้อมูลน้ำเสียต่อคน (หรือต่อหน่วย) ต่อวันเป็นหลัก จากตารางที่ 2.4แสดงข้อมูลปริมาณน้ำเสียของของชุมชนแยกประเภทตามการใช้สอยต่างๆ สิ่งที่วิศวกรควรตระหนักให้ดีก็คือการนำตัวเลขดังกล่าวนี้ไปใช้งาน ตัววิศวกรเองจะต้องเป็นผู้รู้ภูมิหลังของตัวเลขเหล่านี้และพยายามนำไปใช้ให้ถูกสถานที่และเวลา

ตารางที่ 2.4 ปริมาณน้ำเสียจากชุมชน

ต้นกำเนิด	หน่วย	ลิตร/หน่วย-วัน	
		ช่วง	เกณฑ์ปกติ
เขตกลุ่มชุมชน			
อพาร์ทเมนท์	คน	200-340	260
โรงแรม	ผู้พัก	150-220	190
บ้านพัก			
บ้านโดยเฉลี่ย	คน	190-350	280
บ้านระดับดี	คน	250-400	310
บ้านมีฐานะ	คน	300-550	380
บ้านกึ่งทันสมัย	คน	100-250	200
บ้านตากอากาศ	คน	100-240	190

2.3.1 ความแปรผันของปริมาณน้ำเสีย

ปริมาณหรืออัตราไหลของน้ำเสียชุมชนขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร และอัตราน้ำใช้ต่อคนต่อวันท่อน้ำเสียทั้งท่อแขนงละท่อรองจึงต้องได้รับการออกแบบให้รับน้ำเสียที่มีการแปรผันสูงนี้ได้ด้วย โดยปกติตามธรรมชาติ ประชาชนจะมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการใช้สอยมากเป็นพิเศษในช่วงเช้าและเย็นในแต่ละวัน การแปรผันของปริมาณน้ำใช้ขึ้นอยู่กับฤดูกาล แต่ละวันของสัปดาห์และแต่ละชั่วโมงในแต่ละวัน ในฤดูร้อนจะมีการใช้น้ำมากกว่าฤดูหนาว ในขณะที่การใช้น้ำในช่วงสุดสัปดาห์อาจมากกว่าในวันทำการ อัตราความแปรผันของความต้องการใช้น้ำในลักษณะนี้มีผลกระทบโดยตรงต่ออัตราน้ำเสียที่ไหลอยู่ในท่อระบาย น้ำเสียที่ไหลอยู่ในท่อจะมีปริมาณมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับเวลาของแต่ละวัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับว่าเป็นวันใดของสัปดาห์อีกด้วย ถ้าท่อระบายน้ำเสียได้รับการออกแบบไว้ที่เพียงอัตราน้ำไหลเฉลี่ยขนาดหนึ่งเมื่อปริมาณน้ำน้อยกว่าที่ออกแบบก็อาจเกิดการตกตะกอนในเส้นท่ออันจะไปมีผลทำให้เกิดก๊าซ

ไข่เน่า ทำให้ท่อผุกร่อนและอายุการใช้งานลดลงในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราน้ำไหลมากกว่าที่ออกแบบไว้ ความเร็วของน้ำที่ไหลในท่ออาจมีมากเกินไปซึ่งก็จะทำให้ท่อสึกกร่อนเนื่องจากการขัดสีของกรวดทรายที่มีอยู่ในน้ำกับผิวของท่อ ทำให้ท่อมีอายุการใช้งานน้อยลงกว่าที่ควรได้เช่นกัน

ในชุมชนขนาดเล็กโดยเฉพาะในชนบทที่มีการจ่ายน้ำเป็นเวลา จะมีอัตราแปรผันของการใช้น้ำมาก เวลาที่มีน้ำไหลในท่ออยู่ในช่วงแคบ และความแตกต่างของการใช้น้ำสูงสุดและต่ำสุดจากค่าเฉลี่ยก็จะมีค่ามากกว่าที่เกิดขึ้นในเมืองใหญ่ในวงการ วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิศวกรมักจะสื่อความหมายของอัตราการแปรผันของน้ำเสียด้วยข้อกำหนดค่าหนึ่งได้แก่ peak factor หรืออัตราส่วนของน้ำสูงสุดหรือต่ำสุดเทียบกับอัตราน้ำไหลเฉลี่ย Fair, Geyer and Okun ได้ให้ข้อเสนอสำหรับอัตราดังกล่าวในงานประปาดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 อัตราสูงสุดและต่ำสุดของน้ำใช้ในชุมชน

อัตราน้ำใช้สูงสุดแต่ละวัน (max daily flow)	= 2 × อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน (average daily flow)
อัตราน้ำใช้สูงสุดในแต่ละชั่วโมง (max hourly flow)	= 3 × อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน
อัตราน้ำใช้ต่ำสุดแต่ละวัน (min daily flow)	= 2/3 × อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน
อัตราน้ำใช้ต่ำสุดแต่ละชั่วโมง (min hourly flow)	= 1/3 × อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน