



# คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

(การออกแบบระบบประปาภูเขา)

# คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

(การออกแบบระบบประปาภูเขา)

รหัสคู่มือ สขป.๒/วศ.๔/๒๕๖๑

หน่วยงานที่จัดทำ

ส่วนวิศวกรรม สำนักงานชลประทานที่ ๒

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรม สำนักงานชลประทานที่ ๒

พิมพ์ครั้งที่ ๑

จำนวน ๑ เล่ม

เดือน สิงหาคม พ.ศ.๒๕๖๑

หมวดหมู่ วิศวกรรม

# คู่มือการปฏิบัติงาน

(Work Manual)

## เรื่อง คู่มือปฏิบัติงานการออกแบบระบบประปาภูเขา

ได้ผ่านการตรวจสอบ กลั่นกรองจากคณะทำงานตรวจสอบกลั่นกรองคู่มือการปฏิบัติงาน  
ของสำนักงานชลประทานที่ 2 เรียบร้อยแล้วจึงถือเป็นคู่มือฉบับสมบูรณ์  
สามารถใช้เป็นเอกสารเผยแพร่และใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน

(ลงชื่อ)



(นายวิฑูรย์ ฐิติธนภาค)

ตำแหน่ง

ประธานคณะทำงานฯ

(ลงชื่อ)



(นายศุภชัย พินิจสุวรรณ)

ตำแหน่ง

ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรม  
คณะทำงานกลั่นกรอง

(ลงชื่อ)



(นายเกียรติกวิน เพิ่มทวีสิน)

ตำแหน่ง

คณะทำงานและเลขานุการ

# คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

เรื่อง คู่มือปฏิบัติงานการออกแบบระบบประปาภูเขา

จัดทำโดย

นายเทอดทูล คล้ายขยาย

ตำแหน่ง วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ สังกัด ฝ่ายออกแบบ ส่วนวิศวกรรม สำนักงานชลประทานที่ 2

สามารถติดต่อสอบถามรายละเอียด/ข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

ฝ่ายออกแบบ ส่วนวิศวกรรม

สำนักงานชลประทานที่ 2

เบอร์โทรศัพท์ 0 5421 7530

## คำนำ

ในการปฏิบัติงานด้านการออกแบบ นั้นเป็นการทำงานที่ต้องอาศัยความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์เฉพาะด้าน อีกทั้งยังต้องอาศัยการทำงานแบบร่วมกันทำงาน ซึ่งยากที่จะควบคุมผลผลิตของงานให้ออกมาในทิศทางเดียวกัน มีมาตรฐานใกล้เคียงกัน คณะทำงานจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานด้านการออกแบบ ฝ่ายออกแบบ สำนักงานชลประทานที่ ๒ กรมชลประทาน ได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงจัดทำคู่มือการทำงานด้านออกแบบขึ้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของสำนักงานชลประทานที่ ๒ ใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการความรู้ สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การจัดการความรู้ของกรมชลประทาน พ.ศ.๒๕๖๐-๒๕๖๔ พันธกิจที่ ๑ จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual) ให้ครบทุกกระบวนการของกรมชลประทานประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๒ การจัดทำพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual) ซึ่งในปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๑ กรมชลประทานกำหนดให้ทุกหน่วยงานมีคู่มือการปฏิบัติงานให้ครบถ้วนทุกกระบวนการ

คู่มือการปฏิบัติงานการออกแบบระบบประปาภูเขา เป็นหนึ่งในจำนวนคู่มือปฏิบัติงานด้านออกแบบ ที่ฝ่ายออกแบบ สำนักงานชลประทานที่ ๒ ได้จัดทำขึ้นมา ทั้งนี้คณะทำงานได้ดำเนินการศึกษา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์รายละเอียดของงาน วางผังกระบวนการ และเขียนเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน สำหรับเป็นองค์ความรู้แก่เจ้าหน้าที่และเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงาน

คณะทำงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือการปฏิบัติงานการออกแบบระบบประปาภูเขา เล่มนี้ จะเป็นเครื่องมือในการจัดการความรู้ของสำนักงานชลประทานที่ ๒ กรมชลประทาน สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อขับเคลื่อนประเด็นยุทธศาสตร์ของกรมชลประทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนากรมชลประทานไปสู่องค์กรอัจฉริยะตามเป้าหมายต่อไป

คณะผู้จัดทำ ฝ่ายออกแบบ  
ส่วนวิศวกรรมสำนักงานชลประทานที่ ๒  
กรมชลประทาน

## สารบัญ

	หน้า
วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ	๑
ขอบเขต	๑
คำจำกัดความ	๑
หน้าที่ความรับผิดชอบ	๒
Work Flow	๔
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	๘
ระบบติดตามประเมินผล	๑๑
เอกสารอ้างอิง	๑๓
แบบฟอร์มที่ใช้	๑๓

### ภาคผนวก

- ๑) ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกงาน
- ๒) แบบมาตรฐานประปาภูเขา
- ๓) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

# คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

## การออกแบบระบบประปาภูเขา

### ๑. วัตถุประสงค์

๑.๑ เพื่อให้ส่วนราชการมีการจัดคู่มือการปฏิบัติงานที่ชัดเจนอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรที่แสดงถึงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานของกิจกรรม/กระบวนการต่างๆของหน่วยงาน และสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานที่มุ่งไปสู่การบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพเกิดผลงานที่ได้มาตรฐานเป็นไปตามเป้าหมาย ได้ผลิตผลหรือการบริการที่มีคุณภาพและบรรลุข้อกำหนดที่สำคัญของกระบวนการ

๑.๒ เพื่อเป็นหลักฐานแสดงวิธีการทำงานที่สามารถถ่ายทอดให้กับผู้เข้ามาปฏิบัติงานใหม่ พัฒนาการทำงานให้เป็นมืออาชีพ และใช้ประกอบการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร รวมทั้งแสดงหรือเผยแพร่ให้กับบุคคลภายนอกหรือผู้ใช้บริการ ให้สามารถเข้าใจและใช้ประโยชน์จากกระบวนการที่มีอยู่เพื่อ ขอการรับบริการที่ตรงกับความต้องการ

๑.๓ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานออกแบบโครงการชลประทานขนาดเล็ก ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

### ๒. ขอบเขต

คู่มือการปฏิบัติงานนี้ครอบคลุมตั้งแต่ การจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น จนถึงสิ้นสุดกระบวนการจัดทำแบบและส่งมอบแบบให้กับ โครงการเจ้าของพื้นที่/เจ้าของงาน

### ๓. คำจำกัดความ

มาตรฐาน คือ สิ่งที่มาเป็นเกณฑ์สำหรับเทียบกำหนด ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.๒๕๔๒)

มาตรฐานการปฏิบัติงาน (Performance Standard) เป็นผลการปฏิบัติงานในระดับใดระดับหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์ที่นำพอใจหรืออยู่ในระดับที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ทำได้ โดยจะมีกรอบในการพิจารณา กำหนดมาตรฐานหลายๆด้าน อาทิ ด้านปริมาณ คุณภาพระยะเวลา ค่าใช้จ่าย หรือพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงาน

ผศ.ชป.๒ ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรม สำนักงานชลประทานที่ ๒

อบ.ชป.๒ หัวหน้าฝ่ายออกแบบ สำนักงานชลประทานที่ ๒

พค.ชป.๒ หัวหน้าฝ่ายพิจารณาโครงการ สำนักงานชลประทานที่ ๒

ปธ.ชป.๒ หัวหน้าฝ่ายปฐพีและธรณีวิทยา สำนักงานชลประทานที่ ๒

สร.ชป.๒ หัวหน้าฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักงานชลประทานที่ ๒

มาตรฐานงานออกแบบของสำนักงานชลประทานที่ ๒ ใช้รูปแบบมาตรฐานการออกแบบและเขียนแบบของสำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม กรมชลประทาน

มาตรฐานรายละเอียดการเสริมเหล็กในอาคารคอนกรีตงานออกแบบของสำนักงานชลประทานที่ ๒ ใช้รูปแบบจากมาตรฐานการออกแบบและเขียนแบบของกรมชลประทาน

#### ๔. หน้าที่ความรับผิดชอบ

๔.๑ ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรม มีหน้าที่รับผิดชอบในการพิจารณางานที่ได้รับการร้องขอ และ  
อำนวยความสะดวกในการบริหารงานบรรลุมิติวัตถุประสงค์กระบวนการ

๔.๒ หัวหน้าฝ่ายออกแบบ มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดทำแผนงาน กำกับ ดูแลการดำเนินงานให้เป็นไป  
ตามแผนงานและมาตรฐานวิชาการ ตรวจสอบแบบให้ถูกต้องตามหลักวิชา รวมถึงแก้ไขปัญหาทางานที่ยุ่งยาก  
ซับซ้อน

๔.๓ วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ/ชำนาญการ วิศวกรชลประทาน มีหน้าที่รับผิดชอบในการศึกษา  
รวบรวมข้อมูล ออกแบบคำนวณทางวิศวกรรม และจัดทำแบบร่างโครงการ (Lay-Out) โดยต้องคำนึงถึงความ  
ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ครบถ้วนตามมาตรฐาน การนำไปใช้ประโยชน์ และตรงตามวัตถุประสงค์/ความ  
ต้องการของราษฎร

๔.๔ นายช่างชลประทาน/ช่างเขียน มีหน้าที่รับผิดชอบในการนำแบบร่างโครงการ (Lay-Out) มาจัดทำ  
เป็นแบบให้สมบูรณ์เพิ่มเติมองค์ประกอบ ให้ครบถ้วนตามมาตรฐานการเขียนแบบ ถูกต้องตามมาตราส่วน



## สรุปกระบวนการจัดทำคู่มือการออกแบบระบบประปาภูเขา

กระบวนการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานของกรมชลประทาน ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

๑.๑ มอบหมายงานแก่ผู้ออกแบบ ขั้นตอนนี้หัวหน้าฝ่ายออกแบบ จะเป็นผู้มอบหมาย แก่ข้าราชการ/ พนักงานราชการ ตำแหน่งวิศวกรชลประทาน ปฏิบัติการ/ชำนาญ วิศวกรชลประทาน ทำหน้าที่รับผิดชอบหลัก ในการออกแบบ

๑.๒ รวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ในขั้นตอนการทำงานนี้ ผู้ที่ได้รับมอบหมายงานออกแบบโครงการระบบ ประปาภูเขาจะต้องเป็นผู้รวบรวมข้อมูล ที่จำเป็นต่อการออกแบบ ได้แก่ ผลศึกษาพิจารณาโครงการเบื้องต้น (ติดต่อขอรับจาก ฝ่ายพิจารณาโครงการ สขป.๒), ผลสำรวจภูมิประเทศ (ขอรับได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ)

๑.๓ ติดต่อ/ประสานงาน หน่วยงาน เพื่อตรวจสอบข้อมูล ในขั้นตอนนี้ เมื่อได้รับข้อมูลเบื้องต้นจาก หน่วยงานต่างๆ ผู้ได้รับมอบหมายควรทำการตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้น ได้แก่ ตรวจสอบว่าข้อมูลจากฝ่าย ต่างๆตรงกัน ได้แก่ชื่อโครงการ ที่ตั้ง พิกัดแผนที่ ตลอดจนความถูกต้องของข้อมูลว่าเป็นปัจจุบัน /หรือเป็นฉบับ สมบูรณ์ชุดล่าสุด เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นตรงกันแล้ว จะต้องติดต่อประสานงานไปยัง โครงการ ชลประทานจังหวัด/โครงการส่งน้ำ เจ้าของพื้นที่/เจ้าของโครงการ เพื่อขอตรวจสอบพื้นที่หน้างานจริง สอบถาม ข้อมูลเบื้องต้น ศึกษาผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อให้โครงการที่เกิดขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์ของราษฎร

๑.๔ ดำเนินการออกแบบ ทำรายการคำนวณทางด้านวิศวกรรม (ด้านชลศาสตร์) พร้อมทำแบบโครงร่าง (Lay-out) เมื่อทำการตรวจสอบโครงร่าง ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมแล้ว จึงดำเนินการออกแบบรายละเอียดจาก แบบโครงร่าง และรายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง และเมื่อรายละเอียดครบถ้วนแล้วจึงมอบหมายให้ช่างเขียน/ลอก จัดแบบ และทำรายละเอียดแบบให้สมบูรณ์ ครบถ้วน

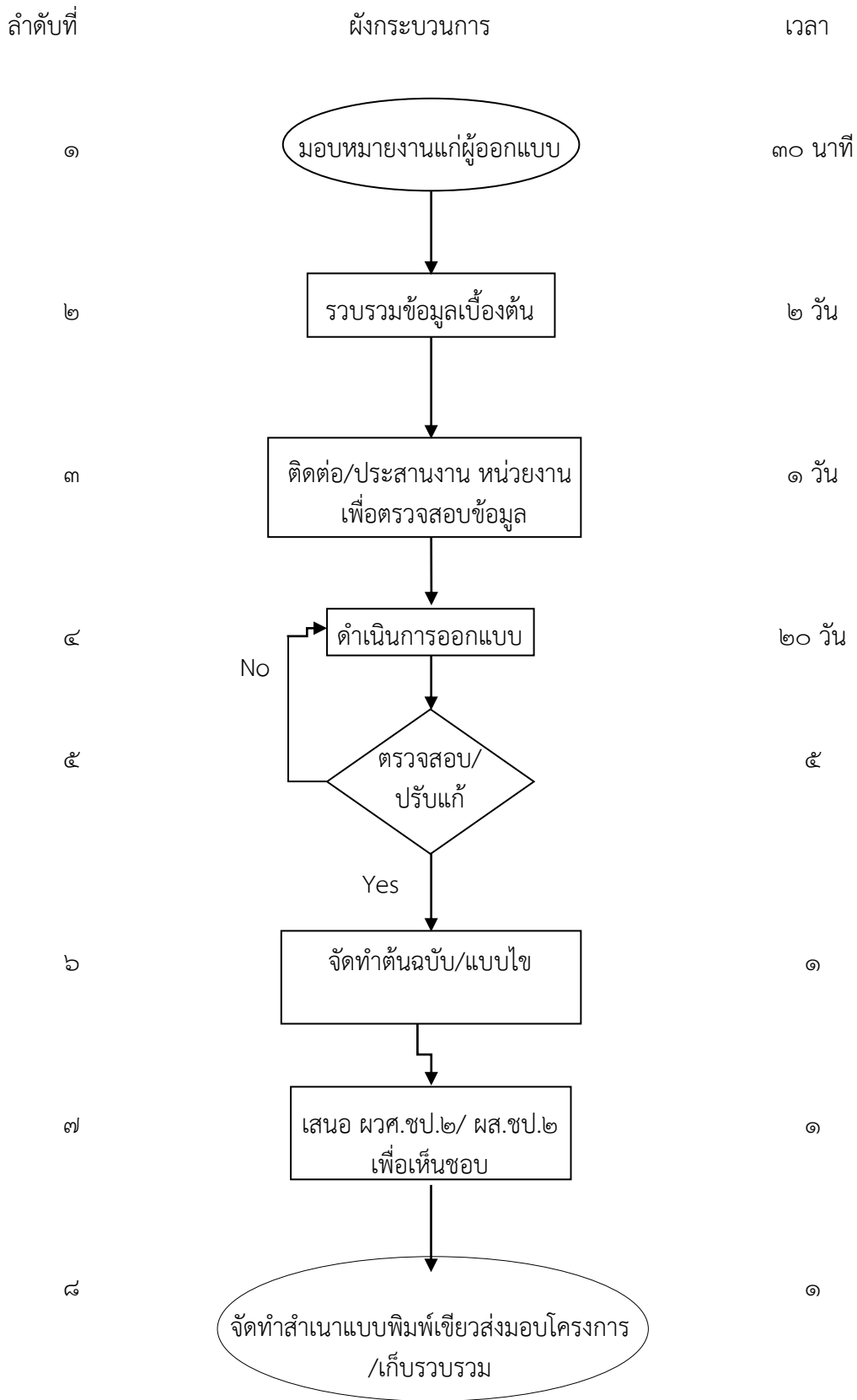
๑.๕ ตรวจสอบ/ปรับแก้ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบโครงการ ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมชล ศาสตร์ และถูกต้องตามมาตรฐานการเขียนแบบ

๑.๖ จัดทำต้นฉบับ/แบบไซ ขนาด A๑ เพื่อเสนออนุมัติ ในลำดับต่อไป

๑.๗ เสนอ ผวศ.ขป.๒/ ผส.ขป.๒ เพื่อเห็นชอบ

๑.๘ จัดทำสำเนาแบบพิมพ์เขียวส่งมอบโครงการ/เก็บรวบรวม

## Work Flow กระบวนการจัดทำคู่มือการออกแบบระบบประปาภูเขา

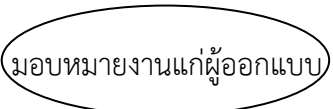
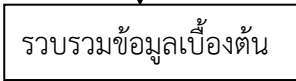
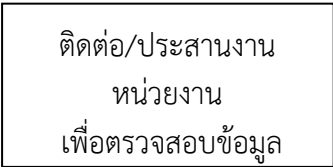


รวมเวลาทั้งหมด ๓๑ วัน ๓๐ นาที


๕. Work Flow กระบวนการ

ชื่อกระบวนการ : การออกแบบระบบประปาภูเขา

ตัวชี้วัดผลลัพธ์กระบวนการจัดการจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน : การออกแบบระบบประปาภูเขา

ลำดับที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	ผู้รับผิดชอบ
๑.		๓๐ นาที	๑.๑ อบ.ชป.๒ เป็นผู้มอบหมายชิ้นงานแก่ วิศวกรผู้ออกแบบ	แผนงานตามที่ขอรับงบประมาณประจำปี	อบ.ชป.๒
๒.		๒ วัน	๒.๑ ได้รับข้อมูลรายงานศึกษาพิจารณาโครงการจากฝ่ายพิจารณาโครงการ ๒.๒ ได้รับผลสำรวจภูมิประเทศจากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ และดำเนินการจากแบบไซ ให้เป็นไฟล์ดิจิทัล ๒.๓ ได้รับผลสำรวจธรณีจากฝ่ายธรณี	ข้อมูลที่ได้รับ มีความถูกต้อง ตรงกัน	วิศวกร ชลประทาน ปฏิบัติการ/ ชำนาญการ (ผู้ทำการ ออกแบบ)
๓.		๑ วัน	๓.๑ นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง ๓.๒ ดำเนินการตรวจสอบสภาพภูมิประเทศ ณ สถานที่ที่จะทำการออกแบบโครงการชลประทานขนาดเล็ก ว่าสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับจาก กระบวนการลำดับที่ ๒ หรือไม่ ๓.๓ หากข้อมูล ณ สถานที่จริงมีความขัดแย้ง/ข้อมูลไม่เพียงพอ ให้ดำเนินการแจ้งโครงการ เจ้าของพื้นที่เพื่อจัดหาข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลและแผนที่ต่างๆที่เกี่ยวข้อง อ้างอิงได้ ให้ครบถ้วนและเป็นปัจจุบัน/สำรวจพื้นที่จริงร่วมกับฝ่ายออกแบบและฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ	วิศวกร ชลประทาน ปฏิบัติการ/ ชำนาญการ (ผู้ทำการ ออกแบบ)

๔.	<pre> graph TD     A[ดำเนินการออกแบบ] --&gt; B{ตรวจสอบ/ปรับแก้}     B -- No --&gt; A     B -- Yes --&gt; C[จัดทำต้นฉบับ/แบบไซ] </pre>	๒๐ วัน	<p>๔.๑ ทำรายการคำนวณทางด้านวิศวกรรม(ด้านชลศาสตร์) พร้อมทำแบบโครงสร้าง (Lay-out)</p> <p>๔.๒ ตรวจสอบโครงสร้าง ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม</p> <p>๔.๓ ดำเนินการออกแบบรายละเอียดจากแบบโครงสร้าง เช่น ออกแบบโครงสร้าง และรายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง</p> <p>๔.๔ มอบหมายให้ช่างเขียน/ลอก จัดทำรายละเอียดแบบให้สมบูรณ์ ครบถ้วน</p>	หลักวิศวกรรมชลศาสตร์/ วิศวกรรมโครงสร้าง/และหลักการเขียนแบบของสำนักออกแบบ	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ/ชำนาญการ (ผู้ทำการออกแบบ)
๕.		๕ วัน	<p>๕.๑ จัดทำแบบขนาด A๓ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบทั้งทางด้านวิศวกรรม และมาตรฐานการเขียนแบบ</p> <p>๕.๒ เตรียมข้อมูลเบื้องต้น ที่มาของโครงการ รายการคำนวณทางวิศวกรรมชลศาสตร์ เสนอแก่ผู้ตรวจสอบ/เพื่อประกอบการตรวจสอบแบบ</p> <p>๕.๒ ในขั้นตอนการตรวจสอบ หากมีข้อบกพร่อง/ผิดพลาด ให้ดำเนินการแก้ไขให้แล้วเสร็จ</p>	<p><b>ตรวจสอบคุณภาพตามหลัก</b></p> <p>วิศวกรรมชลศาสตร์/ วิศวกรรมโครงสร้าง/และหลักการเขียนแบบของสำนักออกแบบ</p>	อบ.ขป.๒
๖.		๑ วัน	<p>๖.๑ จัดทำแบบไซ ขนาด A๑ เพื่อเป็นต้นฉบับสำหรับเสนอ/อนุมัติ</p> <p>๖.๒ ตรวจสอบครั้งสุดท้ายก่อนอนุมัติ หากพบข้อผิดพลาดควรดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง</p>	ถูกต้องตามมาตรฐานการเขียนแบบ	นายช่างชลประทาน/ช่างเขียน
๗.		๑ วัน	<p>๗.๑ จัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อชี้แจงรายละเอียดของแบบต่อผู้บังคับบัญชา</p> <p>๗.๒ เสนอแบบต้นฉบับเพื่ออนุมัติ</p>	ตรวจสอบข้อมูลในสนามให้ถูกต้อง ครบถ้วนตามมาตรฐานที่กำหนด	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ/ชำนาญการ

๘.		๑ วัน	๘.๑ นำแบบที่อนุมัติแล้ว/สมบูรณ์ แสแกนเพื่อบันทึกเป็นไฟล์ดิจิทัล และจัดทำพิมพ์เขียว ๘.๒ นำแบบพิมพ์เขียว ส่งมอบโครงการ และเก็บแบบไว้ต้นฉบับไว้ที่ห้องเก็บแบบ	๑. วิเคราะห์ชนิด คุณสมบัติ ดิน/หิน และคำนวณค่าการรั่วซึมน้ำผ่านชั้นหินฐานราก ตามมาตรฐานที่กำหนด ๒. สรุปผลการสำรวจธรณีวิทยาฐานรากจากข้อมูลที่ได้	นายช่างชลประทาน/ช่างเขียน
----	---	-------	---	--	---------------------------

## ๖. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ลำดับที่	รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระเบียบ เอกสาร บันทึก แนวทาง แบบฟอร์มที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ	เงื่อนไขการ ปฏิบัติงาน
๑.	๑.๑ อบ.ชป.๒ เป็นผู้มอบหมายชิ้นงานแก่ วิศวกรผู้ออกแบบ	๑.๑ อบ.ชป.๒ พิจารณาการ มอบหมายงานแก่ผู้ออกแบบ โดย คำนึงถึงความรู้และประสบการณ์ ในการทำงานก่อนหน้า	๑.๑ แผนงานตามที่ขอรับ งบประมาณประจำปี	อบ.ชป.๒	ต้องได้รับการ อนุมัติแผนการ ปฏิบัติการจาก ผวศ.ชป.๒
๒.	๒.๑ ได้รับข้อมูลรายงานศึกษาพิจารณาโครงการ จากฝ่ายพิจารณาโครงการ ๒.๒ ได้รับผลสำรวจภูมิประเทศจากฝ่ายสำรวจ ภูมิประเทศ และดำเนินการจากแบบไข ให้เป็น ไฟล์ดิจิทัล ๒.๓ ได้รับผลสำรวจธรณีจากฝ่ายธรณี	๒.๑ ศึกษารายละเอียดจาก รายงานการ พิจารณาโครงการ และจากผลสำรวจภูมิประเทศ	๒.๑ เล่มรายงานศึกษาเบื้องต้น ๒.๒ แบบผลสำรวจภูมิประเทศ	วิศวกร ชลประทาน ปฏิบัติการ/ ชำนาญการ (ผู้ทำการ ออกแบบ)	ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องมีการ วางแผนงานและ หน้าที่
๓.	๓.๑ นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง ๓.๒ ดำเนินการตรวจสอบสภาพภูมิประเทศ ณ สถานที่ที่จะทำการออกแบบโครงการ ชลประทานขนาดเล็ก ว่าสอดคล้องกับข้อมูลที่ ได้รับจาก กระบวนการลำดับที่ ๒ หรือไม่ ๓.๓ หากข้อมูล ณ สถานที่จริงมีความขัดแย้ง/ ข้อมูลไม่เพียงพอ ให้ดำเนินการแจ้งโครงการ เจ้าของพื้นที่เพื่อจัดหาข้อมูลเพิ่มเติม	๓.๑ วางแผนการออกแบบและ เดินทางไปตรวจสอบสภาพภูมิ ประเทศ	๓.๑ ความรู้ทางด้านอุทกวิทยา (Hydrology) วิศวกรรมชลประทาน (Irrigation Engineering) วิศวกรรม ชลศาสตร์ (Hydraulics Engineering)	วิศวกร ชลประทาน ปฏิบัติการ/ ชำนาญการ (ผู้ทำการ ออกแบบ)	
๔.	๔.๑ ทำรายการคำนวณทางด้านวิศวกรรม(ด้าน ชลศาสตร์) พร้อมทำแบบโครงร่าง (Lay-out) ๔.๒ ตรวจสอบโครงร่าง ให้ถูกต้องตามหลัก	๔.๑ กำหนด Design Criteria ใน การออกแบบและกำหนดตำแหน่ง ที่ตั้งและรูปแบบของการจัดส่งน้ำ	๔.๑ มาตรฐานการเขียนแบบ ๔.๒ แบบฟอร์ม กรอบขนาด A๑ ๔.๓ การอ้างอิงแบบมาตรฐาน การ	วิศวกร ชลประทาน ปฏิบัติการ/	

	<p>วิศวกรรม</p> <p>๔.๓ ดำเนินการออกแบบรายละเอียดจากแบบ โครงสร้าง เช่น ออกแบบโครงสร้าง และ รายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง</p> <p>๔.๔ มอบหมายให้ช่างเขียน/ลอก จัดทำ รายละเอียดแบบให้สมบูรณ์ ครบถ้วน</p>	<p>๔.๒ พิจารณาการคำนวณวิเคราะห์ การออกแบบและคำนวณด้านชล ศาสตร์เพื่อกำหนดขนาดและ รูปร่าง</p> <p>๔.๓ กำหนดขนาดและรูปร่างและ คำนวณทางด้านโครงสร้างของ อาคารเพื่อความมั่นคงแข็งแรงของ อาคารเพื่อให้เป็นตามหลัก วิศวกรรมและเหมาะสมสอดคล้อง กับสภาพข้อมูลด้านต่างๆ</p>	<p>ออกแบบระบบประปาภูเขา ซึ่งเป็น โครงการที่เร่งด่วน ดังนั้น รายละเอียดต่างๆที่มีความคล้ายกัน กับงานออกแบบก่อนหน้าจะมีการ อ้างอิงแบบมาตรฐาน เพื่อเป็นการ ประหยัดเวลาในการออกแบบ ทำ รายละเอียดแบบ และแบบมาตรฐาน ในงานโครงการชลประทานขนาดเล็ก ไม่ให้มีมิติ รูปร่าง ขนาด ที่ผิดแผกไป จากกันมากนัก</p>	<p>ชำนาญการ (ผู้ทำการ ออกแบบ)</p>	
๕.	<p>๕.๑ จัดทำแบบขนาด A๓ เพื่อตรวจสอบความ ถูกต้องของแบบทั้งทางด้านวิศวกรรม และ มาตรฐานการเขียนแบบ</p> <p>๕.๒ เตรียมข้อมูลเบื้องต้น ที่มาของโครงการ รายการคำนวณทางวิศวกรรมชลศาสตร์ เสนอ แก่ผู้ตรวจสอบ/เพื่อประกอบการตรวจสอบแบบ</p> <p>๕.๒ ในขั้นตอนการตรวจสอบ หากมี ข้อบกพร่อง/ผิดพลาด ให้ดำเนินการแก้ไขให้แล้ว เสร็จ</p>	<p>๕.๑ ตรวจสอบรายการคำนวณ ประกอบแบบแปลน และจัดทำ แบบแปลนต้นฉบับให้มีความ ถูกต้องและสมบูรณ์ตามมาตรฐาน ของกรม</p> <p>รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อชี้แจง และนำแบบต้นฉบับเพื่อเสนอ อนุมัติ</p>		<p>อบ.ชป.๒</p>	
๖.	<p>๖.๑ จัดทำแบบไซ ขนาด A๑ เพื่อเป็นต้นฉบับ สำหรับเสนอ/อนุมัติ</p> <p>๖.๒ ตรวจสอบครั้งสุดท้ายก่อนอนุมัติ หากพบ ข้อผิดพลาดควรดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง</p>	<p>๖.๑ จัดทำแบบไซ ขนาดA๑ โดย พิมพ์ผ่านเครื่องพล็อตเตอร์</p>		<p>นายช่าง ชลประทาน/ช่าง เขียน</p>	

๗.	๗.๑ จัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อชี้แจงรายละเอียดของแบบต่อผู้บังคับบัญชา ๗.๒ เสนอแบบต้นฉบับเพื่ออนุมัติ	๗.๑ จัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อชี้แจงรายละเอียดของแบบต่อผู้บังคับบัญชา เพื่อเสนอการอนุมัติแบบ		วิศวกร ชลประทาน ปฏิบัติการ/ ชำนาญการ (ผู้ทำการ ออกแบบ)	
๘.	๘.๑ นำแบบที่อนุมัติแล้ว/สมบูรณ์ แสกนเพื่อบันทึกเป็นไฟล์ดิจิทัล และจัดทำพิมพ์เขียว ๘.๒ นำแบบพิมพ์เขียว ส่งมอบโครงการ และเก็บแบบไซต้นฉบับไว้ที่ห้องเก็บแบบ	๘.๑ แจกโครงการเพื่อมารับสำเนาแบบไปดำเนินการตามแผนงานก่อสร้างต่อไป		นายช่าง ชลประทาน/ช่าง เขียน	



๗. ระบบติดตามประเมินผล

กระบวนการ	มาตรฐาน/คุณภาพงาน	วิธีการติดตามประเมินผล	ผู้ติดตาม/ประเมินผล	ข้อเสนอแนะ
๑.มอบหมายงานแก่ผู้ออกแบบ	แผนงานตามที่ขอรับ งบประมาณประจำปี	ให้ผู้ออกแบบจัดทำแผนการ ทำงาน สำหรับงานที่ได้รับ มอบหมาย	อบ.ชป.๒	
๒.รวบรวมข้อมูลเบื้องต้น	ข้อมูลที่ได้รับ มีความถูกต้อง ตรงกัน	แผนการทำงาน สำหรับงานที่ ได้รับมอบหมาย	วิศวกรผู้ออกแบบ	
๓.ติดต่อ/ประสานงาน หน่วยงาน เพื่อตรวจสอบข้อมูล	รวบรวมข้อมูลและแผนที่ ต่างๆที่เกี่ยวข้อง อ้างอิงได้ ให้ ครบถ้วนและเป็นปัจจุบัน/ สำรวจพื้นที่จริงร่วมกับฝ่าย ออกแบบและฝ่ายสำรวจภูมิ ประเทศ	ตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานที่ เกี่ยวข้องให้ครบถ้วน	วิศวกรผู้ออกแบบ	
๔.ดำเนินการออกแบบ	หลักวิศวกรรมศาสตร์/ วิศวกรรมโครงสร้าง/และ หลักการเขียนแบบของสำนัก ออกแบบ	ดำเนินการออกแบบตาม หลักการตามวิชาการ	วิศวกรผู้ออกแบบ	
๕.ตรวจสอบ/ปรับแก้	<b>ตรวจสอบคุณภาพตามหลัก</b> วิศวกรรมศาสตร์/ วิศวกรรมโครงสร้าง/และ หลักการเขียนแบบของสำนัก ออกแบบ	ตรวจสอบความถูกต้องของ หลักการตามวิชาการ/ตรงตาม วัตถุประสงค์ของโครงการ	อบ.ชป.๒/ผวศ.ชป.๒	

๖.จัดทำต้นฉบับ/แบบไซ	ถูกต้องตามมาตรฐานการเขียนแบบ		วิศวกรผู้ออกแบบ	
๗.เสนอ ผวศ.ชป.๒/ ผส.ชป.๒ เพื่อเห็นชอบ	ตรวจสอบข้อมูลในสนามให้ถูกต้อง ครบถ้วนตามมาตรฐานที่กำหนด	ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากงานสนามให้ครบถ้วน ถูกต้อง ตามมาตรฐาน	อบ.ชป.๒/ผวศ.ชป.๒	
๘.จัดทำสำเนาแบบพิมพ์เขียวส่งมอบโครงการ/เก็บรวบรวม	๑. วิเคราะห์ชนิด คุณสมบัติ ดิน/หิน และคำนวณค่าการรั่วซึมน้ำผ่านชั้นหินฐานรากตามมาตรฐานที่กำหนด ๒. สรุปผลการสำรวจธรณีวิทยาฐานรากจากข้อมูลที่ได้	ตรวจสอบรายงานให้ครบถ้วนถูกต้อง	วิศวกรผู้ออกแบบ	

## ๘. เอกสารอ้างอิง

๘.๑ เครื่องสูบน้ำเพื่อการชลประทานและออกแบบท่อส่งน้ำ, รัษฎร ออกทะเลา

## ๙. แบบฟอร์มที่ใช้

๙.๑ แบบฟอร์ม กรอบขนาด A๑

๙.๒ การอ้างอิงแบบมาตรฐาน การออกแบบระบบประปาภูเขา ซึ่งเป็นโครงการที่เร่งด่วน ดังนั้น รายละเอียดต่างๆที่มีความคล้ายกันกับงานออกแบบก่อนหน้าจะมีการ อ้างอิงแบบมาตรฐาน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการออกแบบ ทำรายละเอียดแบบ และแบบมาตรฐานในงานโครงการชลประทานขนาดเล็กไม่ให้มีมิติ รูปร่าง ขนาด ที่ผิดแผกไปจากกันมากนัก

# ภาคผนวก



แบบมาตรฐานประจำภูเขา

ลำดับที่	รายการ	หมายเลขแบบ
		คพย.๑-๒๒๙/
๑	ฝายหินก่อนฐานรากหินแข็ง	สชป.๒-๔๓-๐๒/ สชป.๒-๔๘-๐๒
๒	แบบมาตรฐานการวางท่อส่งน้ำ	๘๖๗๐๑/สชป.๒-๗-๓๓๐๒
๓	อาคารประกอบท่อส่งน้ำ(PVC)	สชป.๒-๑-๓๓๐๓
๔	บ่อพักน้ำความจุ ๑๐๐ ลบ.ม.	สชป.๒-๑-๓๓๐๕
๕	ถังกรองน้ำ ศก.๐.๗๖ ม. และประตูน้ำ	สชป.๒-๑-๓๔๐๓
๖	อาคารประกอบท่อส่งน้ำ (ท่อเหล็กอาบสังกะสี)	สชป.๒-๑-๓๓๐๖
๗	ถังพักน้ำ ๓๐ ลบ.ม.	สชป.๒-๓๘-๐๔
๘	ถังพักน้ำ ๑๕๐ ลบ.ม.	สชป.๒-๓๘-๐๕/สชป.๒-๔๖-๐๓
๙	ถังพักน้ำ ๕๐๐ ลบ.ม.	สชป.๒-๔๓-๐๕
๑๐	หมายเหตุทั่วไป	สชป.๒-๑-๓๑๐๙
๑๑	การวางท่อข้ามห้วย	สชป.๒-๑-๓๓๑๐
๑๒	ถังพักน้ำ ๒๗๐ ลบ.ม.	สชป.๒-๑-๓๒๐๒
๑๓	บ่อพักน้ำความจุ ๘๕๐ ลบ.ม.	สชป.๒-๑-๓๒๐๗
๑๔	อาคารประกอบท่อส่งน้ำ	สชป.๒-๗-๓๐๑๑
๑๕	ถังพักน้ำ ๖๕ ลบ.ม.	สชป.๒-๗-๓๒๐๕
๑๖	Thrust block	สชป.๒-๑-๓๓๑๒

## ๑. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### ๑.๑ เงื่อนไขการออกแบบประปาภูเขาเบื้องต้น

การออกแบบโครงการประปาภูเขาและระบบส่งน้ำ มักจะเกิดโครงการ ณ ที่ตั้งที่อยู่บนที่สูง ที่ระบบชลประทานปกติ ไม่สามารถครอบคลุมได้ ส่วนมากพบโครงการในพื้นที่จังหวัดน่าน เชียงราย ลักษณะของโครงการจะเป็นฝายขนาดเล็กทระดับน้ำให้สูงขึ้น เพื่อทดน้ำเข้าสู่ระบบท่อ ซึ่งมีถึงพักน้ำเป็นจุดกักเก็บน้ำ และจ่ายเข้าสู่พื้นที่ตามความต้องการต่อไป

### ๑.๒ การคำนวณปริมาณน้ำไหลผ่านสันฝาย

การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดผ่านตัวอาคารฝาย โดยใช้ปริมาณน้ำนองรอบปีการเกิดซ้ำที่ ๒๕ ปี (สำหรับงานชลประทานขนาดเล็ก) ซึ่งจะต้องไม่ทำให้เกิดการท่วมเกินระดับที่ยอมรับได้

หาได้จากสูตร

$$Q = CLH^{3/2}$$

Q = อัตราการไหลสูงสุดในการออกแบบ เป็นลูกบาศก์เมตร / วินาที

L = ความยาวสันฝาย เป็นเมตร

H = ความสูงของน้ำเนื่องสันฝาย เป็นเมตร

C = สัมประสิทธิ์การไหล ขึ้นชนิดของสันฝาย

### ๑.๓ การไหลในท่อ

#### ๑.๓.๑ การสูญเสียพลังงานหลัก (Friction head loss or Major loss : $h_f$ )

การสูญเสียเฮดของการไหลในท่อ หรือที่เรียกว่า การสูญเสียพลังงานหลัก คือการสูญเสียเฮดที่เกิดจากผลของแรงเสียดทานอันเนื่องมาจากผลของความหนืดของไหล และแรงเสียดทานระหว่างของไหลกับผนังท่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ความหยาบของวัสดุที่ใช้ทำท่อ ความหนืดของของไหล และความเร็วของของไหล

#### ๑) สมการ Darcy-Weisbach

Darcy-Weisbach Equation คือสมการที่ใช้คำนวณค่าการสูญเสียพลังงานหลักของการไหลในท่อ ที่คิดค้นโดยวิศวกรฝรั่งเศส ชื่อ Henry Darcy ในปี ค.ศ.๑๘๕๗ จากนั้น ศาสตราจารย์ชาวเยอรมัน ชื่อ Julius Weisbach ได้นำผลงานของ ดาร์ซี ออกนำเสนอในปี ค.ศ. ๑๘๕๐

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

- เมื่อ
- V = ความเร็วเฉลี่ยของการไหลในท่อ
  - D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ
  - L = ความยาวท่อ
  - g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง
  - f = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของดาร์ซี (Darcy-Weisbach friction factor)

โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของดาร์ซี (Darcy-Weisbach friction factor : f) จะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของการไหลในท่อ ซึ่งต่อมาได้มีการนำเสนอสมการที่ใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานดังนี้

- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบราบเรียบ (Friction factor for laminar flow)

$$f = 64 \cdot \frac{\mu}{\rho V D} = \frac{64}{Re}$$

เรียกสมการข้างต้นว่า Hagen-Poiseuille law เนื่องจากเป็นสมการที่คิดค้นโดยวิศวกรเยอรมันที่ชื่อ Hagen และนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสที่ชื่อ Poiseuille

- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบปั่นป่วนในท่อผนังเรียบ (Friction factor for turbulent flow in smooth pipe)

Prandtl ได้สร้างสมการ โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองของ Nikuradse (ลูกศิษย์ของ Prandtl) ได้ดังนี้

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.00 \cdot \log(Re \cdot \sqrt{f}) - 0.80$$

- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบปั่นป่วนในท่อผนังหยาบ (Friction factor for turbulent flow in rough pipe)

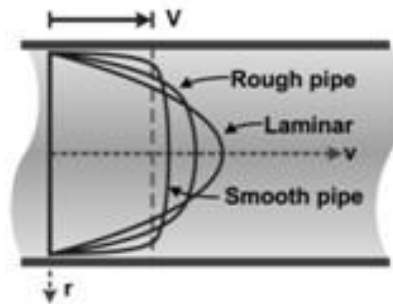
Colebrook ได้นำเสนอสมการการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานในกรณีที่ความขรุขระผนังท่อมีผลกระทบในระดับปานกลางดังนี้

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.00 \cdot \log\left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \cdot \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$



- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลแบบปั่นป่วนสมบูรณ์ (Friction factor for complete turbulent flow in rough pipe)

ในกรณีการไหลท่อขรุขระมาก (Fully rough flow) Karman ได้นำเสนอสมการของการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานไว้ดังนี้



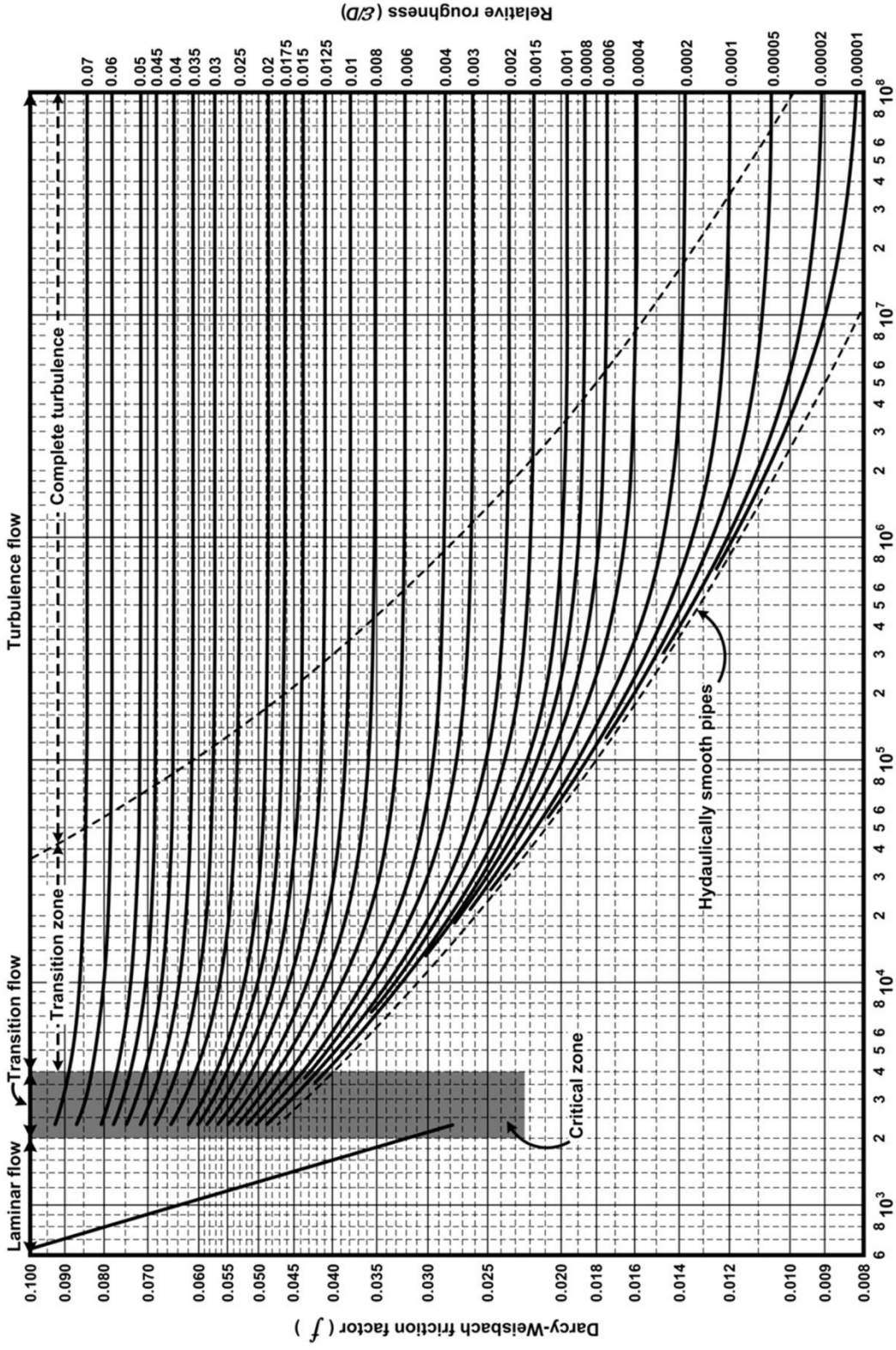
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.00 \cdot \log \left( \frac{3.7}{\varepsilon/D} \right)$$

เปรียบเทียบการกระจายตัวของความเร็ว ของการไหลแบบต่างๆในท่อกลม

และเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ในปี ค.ศ. ๑๙๔๔ Lewis F. Moody ได้รวมสมการของ Hagen-Poiseuille สมการของ Prandtl สมการของ Colebrook และสมการของ Karman นำมาสร้าว่าเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Reynolds number ( $Re$ ) Relative roughness ( $\frac{\varepsilon}{D}$ ) กับ friction factor ( $f$ ) ซึ่งเรียกว่า Moody Diagram ดังตาราง

ตารางแสดงค่าความหยาบผิวของวัสดุชนิดต่างๆ

Material	Absolute roughness $\mathcal{E}$ (mm)
Riveted steel	3
Concrete	0.3-3
Wood	0.3
Cast iron	0.25
Galvanized iron	0.15
Stainless steel	0.045
Rubber	0.025
Fiberglass	0.005
Carbon steel/Wrought iron	0.045
Drawn tubing–Glass,Plastic	0.0015
Copper	0.0015
Aluminium	0.0015
PVC	0.0015



Reynolds Number ( $Re$ )  
 1.12 Moody Diagram

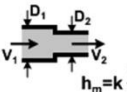

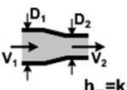
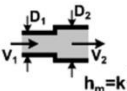
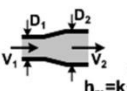
๑.๓.๒ การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss :  $h_m$ )

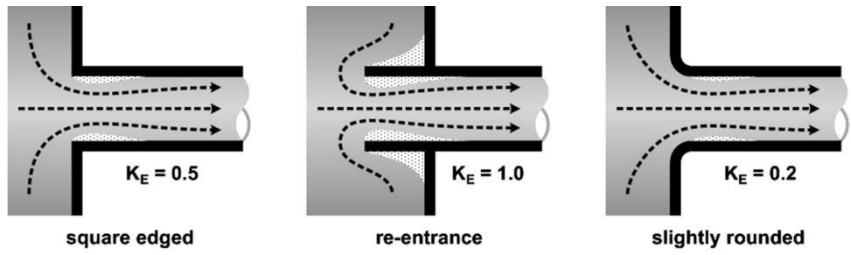
Minor Loss เป็นการสูญเสียเฮดในจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือทิศทางของความเร็วของการไหลโดยฉับพลัน ซึ่งจะเกิดขึ้นบริเวณที่ของไหลผ่านอุปกรณ์ประกอบท่อต่างๆ เช่น วาล์ว ข้อต่อ ข้อลดขนาด ข้อขยายขนาด ข้องอชนิดต่างๆ ทางเข้า-ออก เป็นต้น ซึ่งการสูญเสียพลังงานรองนี้จะขึ้นอยู่กับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลในอุปกรณ์ และเฮดความเร็ว ดังนั้นการคำนวณค่าของการสูญเสียพลังงานรอง ซึ่งส่วนใหญ่จะกำหนดให้อยู่ในรูปของผลคูณระหว่าง ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss coefficient :  $k$ ) กับเฮดความเร็ว (Velocity Head) ดังสมการ

$$h_m = k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

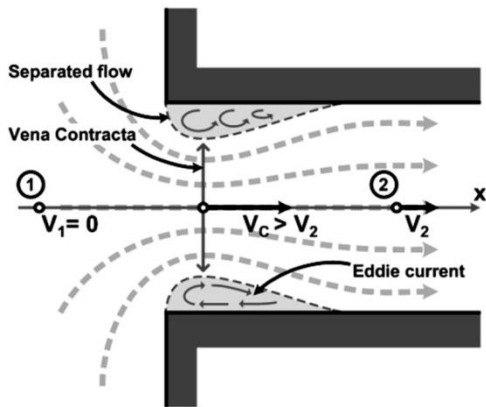
โดยค่า  $k$  จะขึ้นอยู่กับประเภทของอุปกรณ์ที่ไหลผ่าน

สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss coefficient :  $K$ )

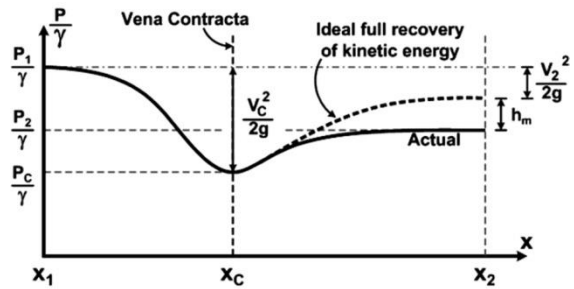
Type of Component or Fitting : K	Type of Component or Fitting : K	Type of Component or Fitting : K
<b>Pipe Entrance (Reservoir to Pipe)</b>	<b>Globe valve - fully open</b> : 10.0	<b>Cross</b>
Square Connection : 0.50	Gate valve	Line flow : 0.50
Rounded Connection : 0.20	- fully open : 0.39	Branch flow : 0.75
Re-entrant (pipe juts into tank) : 1.00	- 3/4 open : 1.10	<b>Mitered bend (<math>\theta</math>)</b>
<b>Pipe Exit (Pipe to Reservoir)</b>	- 1/2 open : 4.80	15° : 0.02
Square Connection : 1.00	- 1/4 open : 27.0	30° : 0.10
Rounded Connection : 1.00	<b>Ball Valve</b>	45° : 0.25
Re-entrant (pipe juts into tank) : 1.00	- fully open : 0.05	60° : 0.50
<b>Contraction – sudden</b>	- 2/3 open : 5.50	90° : 1.10
 $D_2/D_1=0.80$ : 0.18	- 1/3 open : 200	<b>90° smooth bend</b>
$D_2/D_1=0.50$ : 0.37	Angle valve - fully open : 4.30	 Bend radius/D = 4 : 0.16-0.18
$D_2/D_1=0.20$ : 0.49	Check valve - fully open	Bend radius/D = 2 : 0.19-0.25
<b>Contraction – conical</b>	- Conventional type : 4.00	Bend radius/D = 1 : 0.35-0.40
 $D_2/D_1=0.80$ : 0.05	- Swing type : 2.50	<b>Elbows</b>
$D_2/D_1=0.50$ : 0.07	- Piston type : 10.0	Threaded Regular 90° : 1.50
$D_2/D_1=0.20$ : 0.08	- Ball type : 70.0	Threaded Regular 45° : 0.40
<b>Expansion – sudden</b>	Butterfly valve - fully open : 1.20	Threaded Long Radius 90° : 0.70
 $D_2/D_1=0.80$ : 0.16	Foot valve	Flanged Regular 90° : 0.30
$D_2/D_1=0.50$ : 0.57	- hinged type : 2.20	Flanged Long Radius 90° : 0.20
$D_2/D_1=0.20$ : 0.92	- poppet type : 12.5	Flanged Long Radius 45° : 0.20
<b>Expansion – conical</b>	<b>Tee</b>	
 $D_2/D_1=0.80$ : 0.03	Line flow : 0.30-0.40	
$D_2/D_1=0.50$ : 0.08	Branch flow : 0.75-1.80	
$D_2/D_1=0.20$ : 0.13	Flanged, Line Flow : 0.20	
	Flanged, Branch Flow : 1.00	
	Threaded, Line Flow : 0.90	<b>180° Return Bends</b>
	Threaded, Branch Flow : 2.00	Flanged : 0.20
	Threaded Union : 0.08	Threaded : 1.50



การไหลบริเวณปลายทางเข้าท่อแบบมุมฉาก แบบปลายยื่น และลบมุมโค้ง

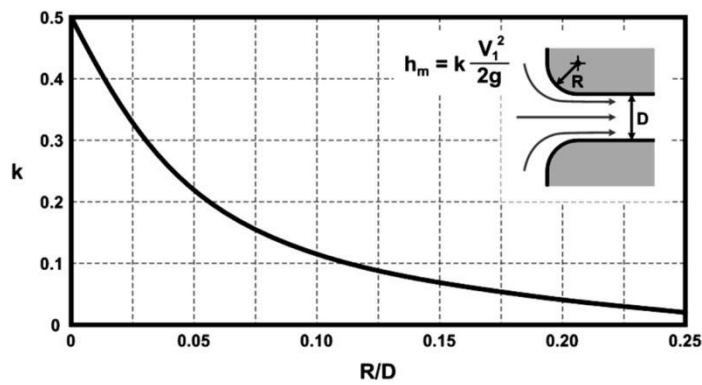


(น)

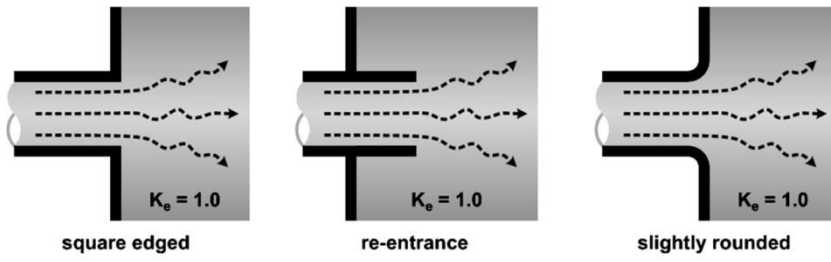


(ข)

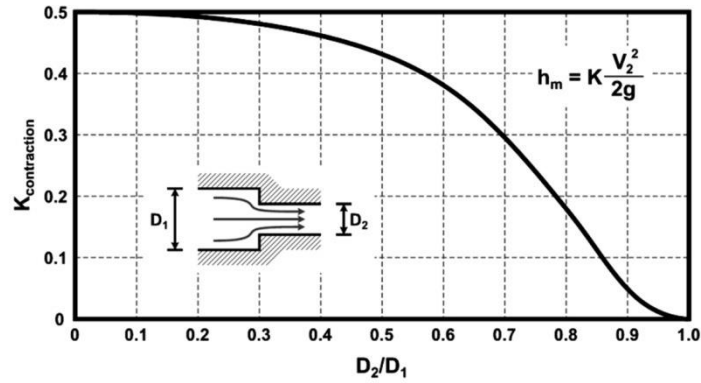
ลักษณะการไหล และการเปลี่ยนแปลงความดัน บริเวณทางเข้าท่อมุมฉาก



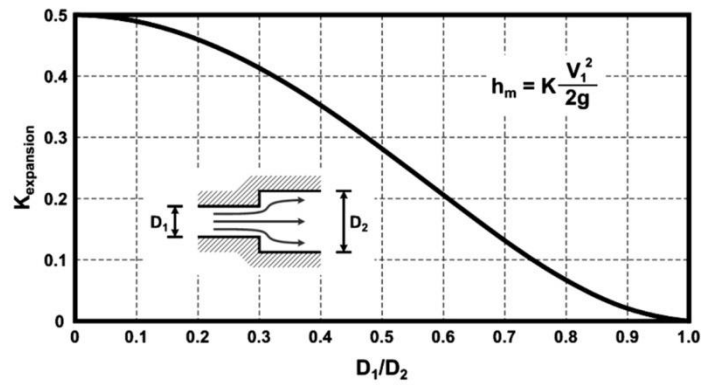
สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของทางเข้าแบบโค้งมนรัศมี R



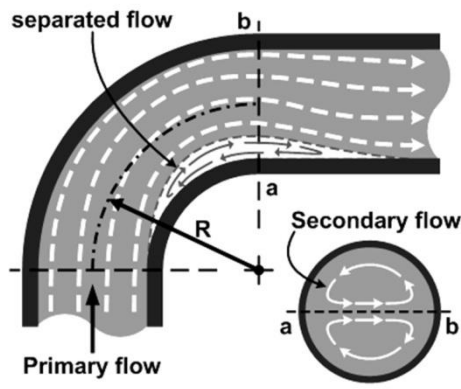
การไหลบริเวณปลายทางออกท่อมุมฉาก แบบปลายยื่น และแบบกลมมนโค้ง



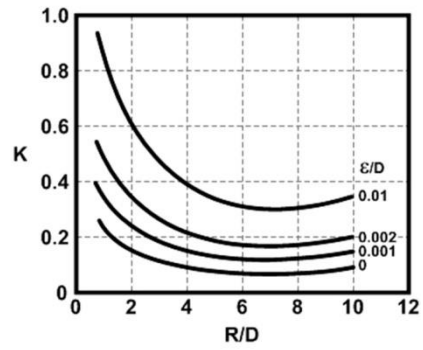
สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของท่อลดขนาดแบบทันทีทันใด (Sudden contraction)



สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรองของท่อขยายแบบทันทีทันใด (Sudden contraction)

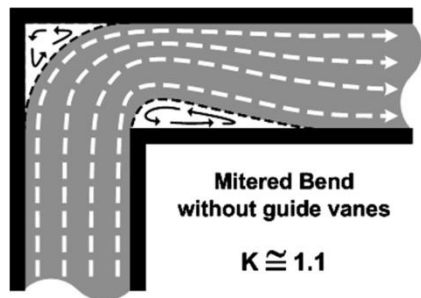


(ก)

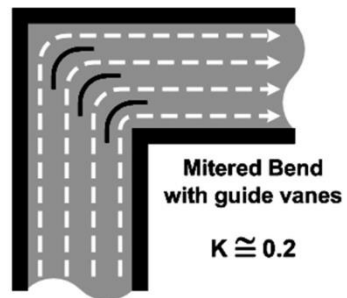


(ข)

การไหล และสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง ของข้องอแบบ Smooth Bend มุม  $90^\circ$

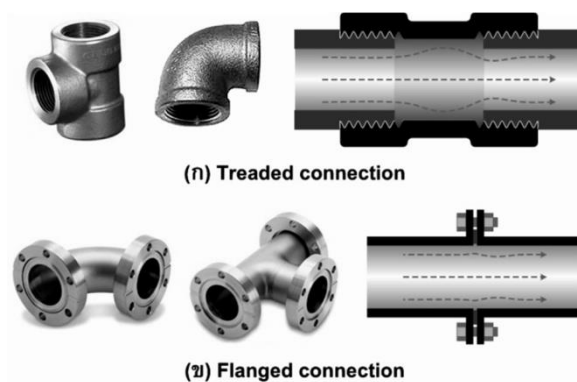


(ก)

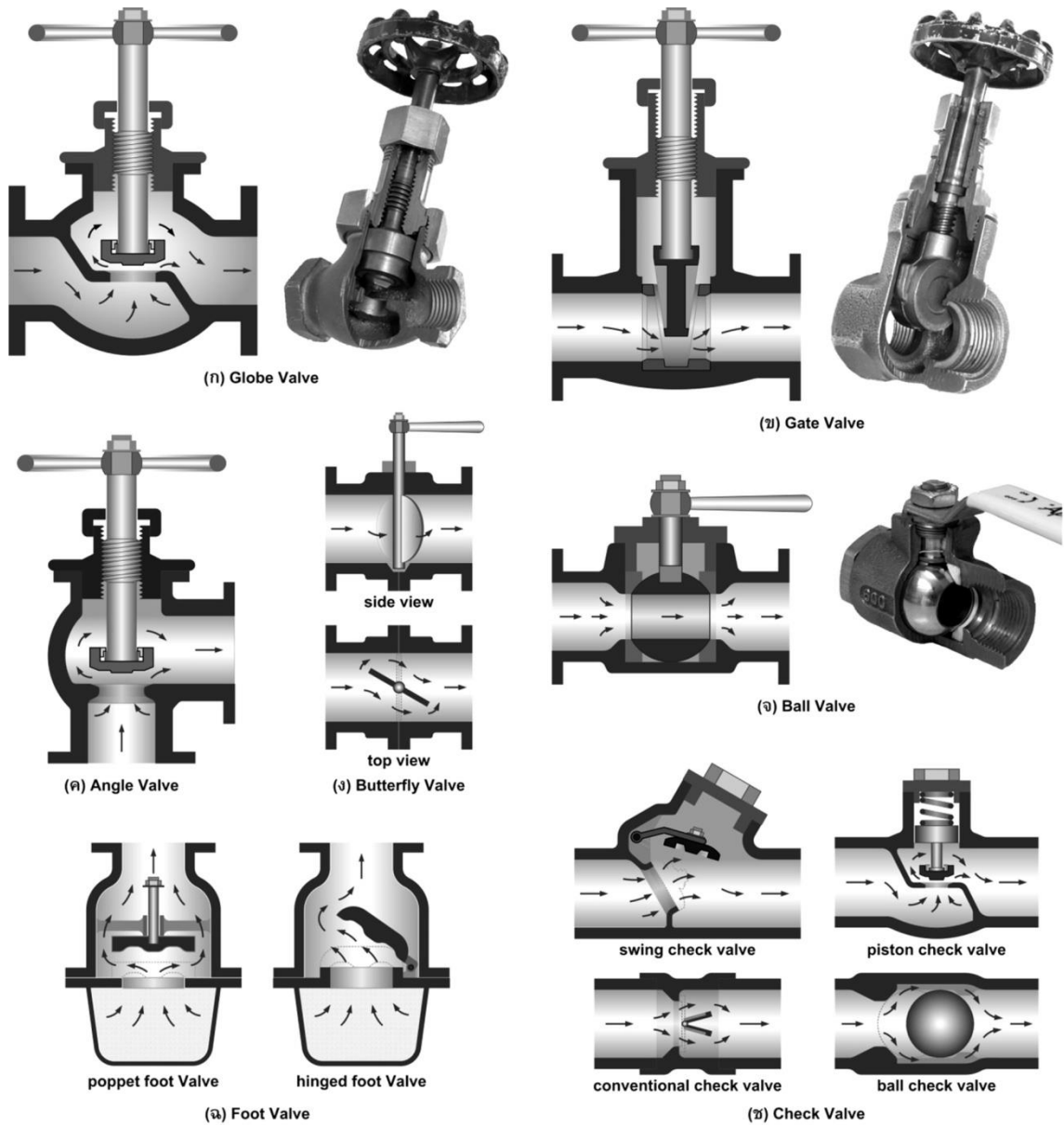


(ข)

การไหล และสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง ของข้องอแบบ Mitered Bend



ข้อต่อ และข้องอชนิดต่างๆ



วาล์วชนิดต่างๆ

สมการ Hazen-Williams

ในการคำนวณ น้ำไหลในท่อ ให้หลักการคำนวณน้ำไหลในท่อของ Hazen-Williams formula เป็น empirical formula ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับการไหลของน้ำในท่อกลม เท่านั้น โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วของการไหล (ความเร็วที่เหมาะสม  $V < 3.0 \text{ m/s}$ ) การลดลงของความดันอันเนื่องมาจากแรงเสียดทานบนผนังท่อ และคุณสมบัติทางกายภาพของท่อ (ขนาดท่อที่เหมาะสมคือ  $D > 5 \text{ cm}$ ) ซึ่งมีรูปแบบสมการดังนี้

$$V = 0.8492 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54} \quad (\text{SI Unit})$$



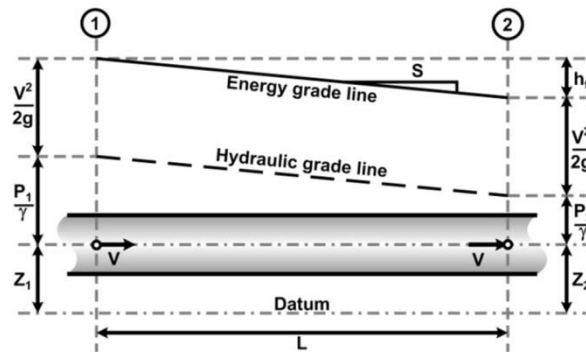
เมื่อ

$V$  = ความเร็วเฉลี่ยของการไหลในท่อกลม

$C$  = สัมประสิทธิ์การไหล Hazen-Williams coefficient

$R$  = รัศมีไฮดรอลิกของท่อ

$S$  = ความลาดชันของระดับพลังงาน



รูปแสดงการสูญเสียพลังงานหลัก และความชันของระดับพลังงาน

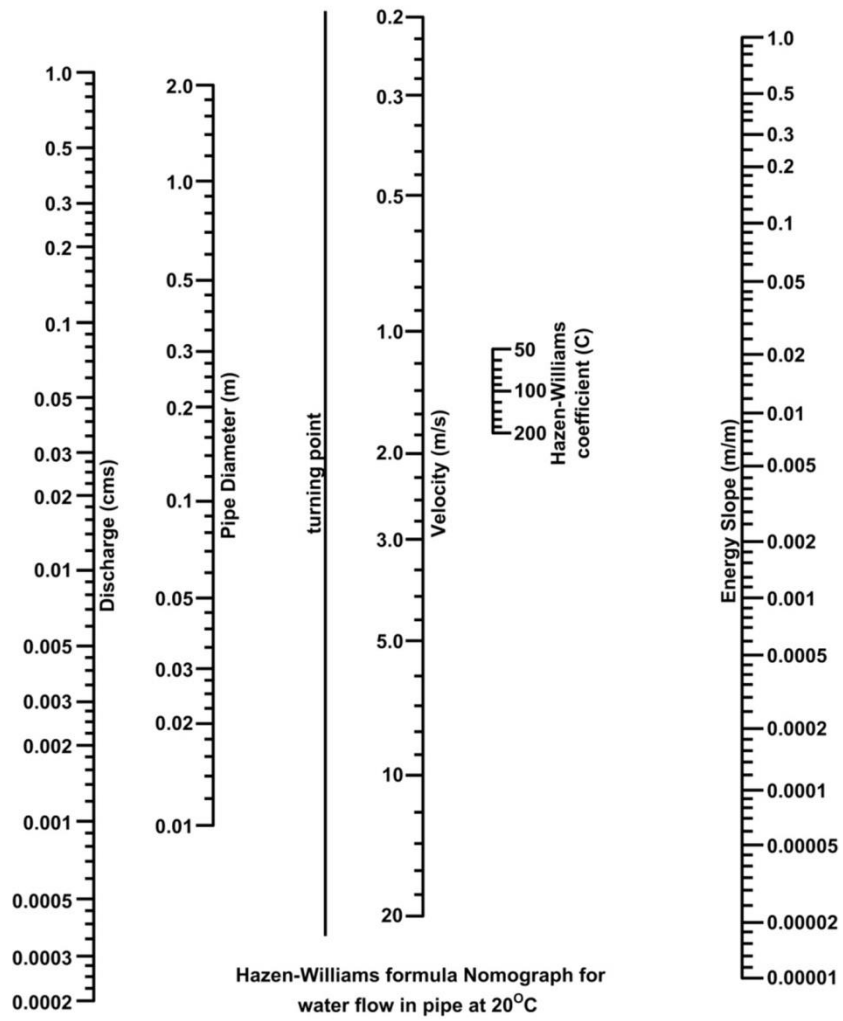
หากพิจารณาการไหลในท่อกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ  $D$  จะได้ว่า

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi}{4} dD^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

และจะได้ว่า

$$hf = 6.822 \cdot L \cdot \left(\frac{V}{C}\right)^{1.852} \cdot D^{-1.167}$$

จากสมการ Hazen-Williams formula สามารถนำมาสร้างแผนภูมิที่ช่วยให้การคำนวณ ซึ่งเรียกว่า Hazen-Williams formula monograph แผนภูมิที่สร้างขึ้นสำหรับการไหลในท่อกลม ของน้ำที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส



ตารางที่ ๒ Hazen-Williams coefficient

Material	Hazen-Williams Coefficient - C -	Material	Hazen-Williams Coefficient - C -
ABS - Acrylonite Butadiene Styrene	130	Fiber	140
Aluminum	130 – 150	Fiber Glass Pipe – FRP	150
Asbestos Cement	140	Galvanized iron	120
Asphalt Lining	130 – 140	Glass	130
Brass	130 – 140	Lead	130 – 140
Brick sewer	90 – 100	Metal Pipes - Very to extremely smooth	130 – 140
Cast-Iron - new unlined (CIP)	130	Plastic	130 – 150
Cast-Iron 10 years old	107 – 113	Polyethylene, PE, PEH	140
Cast-Iron 20 years old	89 – 100	Polyvinyl chloride, PVC, CPVC	150
Cast-Iron 30 years old	75 – 90	Smooth Pipes	140
Cast-Iron 40 years old	64 – 83	Steel new unlined	140 – 150
Cast-Iron, asphalt coated	100	Steel, corrugated	60
Cast-Iron, cement lined	140	Steel, welded and seamless	100
Cast-Iron, bituminous lined	140	Steel, interior riveted, no projecting rivets	110
Cast-Iron, sea-coated	120	Steel, projecting girth and horizontal rivets	100
Cast-Iron, wrought plain	100	Steel, vitrified, spiral-riveted	90 – 110
Cement lining	130 – 140	Steel, welded and seamless	100
Concrete	100 – 140	Tin	130
Concrete lined, steel forms	140	Vitrified Clay	110
Concrete lined, wooden forms	120	Wrought iron, plain	100
Concrete, old	100 – 110	Wooden or Masonry Pipe – Smooth	120
Copper	130 – 140	Wood Stave	110 - 120
Corrugated Metal	60		
Ductile Iron Pipe (DIP)	140		
Ductile Iron, cement lined	120		

ตารางที่ ๓ Manning's roughness coefficient

Material	Manning's Roughness Coefficient (n)	Material	Manning's Roughness Coefficient (n)
Asbestos cement	0.011	Masonry	0.025
Asphalt	0.016	Metal - corrugated	0.022
Brass	0.011	Plastic	0.009
Brickwork	0.015 – 0.016	Polyethylene PE	
Cast-iron, Wrought-iron	0.012 – 0.015	- Corrugated with smooth inner walls	0.009 – 0.015
Clay tile	0.014	- Corrugated with corrugated inner walls	0.018 – 0.025
Concrete - finished	0.012	Polyvinyl Chloride PVC with smooth inner walls	0.009 – 0.011
Concrete - unfinished	0.014	Rubble	0.030
Concrete - steel forms	0.011	Steel - Coal-tar enamel	0.010
Concrete - wooden forms	0.015	Steel - smooth	0.012
Concrete - centrifugally spun	0.013	Steel - New unlined	0.011
Copper	0.011	Steel - Riveted	0.017 – 0.019
Corrugated metal	0.022	Wood - planed	0.012
Galvanized iron	0.016	Wood - unplanned	0.013
Glass	0.010	Wood stave	0.012
Lead	0.011		

## ๑.๔ การคำนวณขนาดท่อ

### ๑.๔.๑ ชนิดและการใช้งานท่อส่งน้ำ

ในการก่อสร้างระบบท่อ มีการเลือกใช้ท่อชนิดต่างๆจากเหตุผลความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ความสะดวกต่อการจัดหาท่อและอุปกรณ์ทั้งเหตุผลด้านการตลาดและงบประมาณ จึงจะเห็นว่ามียี่ห้อในตลาดเป็นจำนวนมากเช่น

- ท่อเหล็ก (Steel pipe)
- ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanize steel pipe)
- ท่อพีวีซี (Polyvinyl chloride pipe ,PVC)
- ท่อพีอี (Polyethylene pipe ,PE)
- ท่อเอชดีพีอี (High density polyethylene pipe, HDPE)
- ท่อซีเมนต์ใยหิน (Asbestos cement pipe ,AC)
- ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete pipe)
- ท่อคอนกรีตอัดแรง (Pre-stress concrete pipe)
- ท่อเสริมใยแก้ว (Glass fiber reinforce polyester pipe ,GRP)

### ๑.๔.๒ การออกแบบขนาดท่อส่งน้ำ (Design of pipe size)

การออกแบบระบบท่อน้ำนั้นโดยทั่วไปมักจะพิจารณาวางแผนขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

๑. คำนวณปริมาณน้ำที่จะส่งให้ทั้งหมด พร้อมประมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ย
๒. คำนวณขนาดท่อที่จะใช้ในแต่ละสายทั้งระบบ
๓. คำนวณการสูญเสียพลังงานในเส้นท่อของระบบทั้งหมด
๔. คำนวณ Hydraulic Grade Line ตามแนวท่อทั้งระบบ
๕. คำนวณ และออกแบบอาคารประกอบในระบบท่อที่จำเป็นในสายท่อนั้นๆเช่น Thrust block ตอม่อ และ คานรับท่อ (กรณีไม่สามารถฝังท่อลงดินได้) บ่อดักตะกอน ข้อต่อคอนกรีตรับแรงดัน ฯลฯ
๖. คำนวณหาค่า Water hammer หรือความดัน Surge ในเส้นท่อแต่ละช่วงท่อเพื่อ นำไปพิจารณาชั้นคุณภาพของท่อรับแรงดันที่เหมาะสม
๗. กำหนดชั้นคุณภาพของท่อที่ใช้ในระบบส่งน้ำรับแรงดันทุก ๆ สาย
๘. เขียนแบบระบบท่อส่งน้ำ พร้อมตรวจสอบอาคารประกอบในระบบท่อทั้ง ระบบว่าได้วางถูกต้องตามหลักวิชาการหรือไม่ เช่น ประตูน้ำ ประตูระบายอากาศ (Air valve) บ่อดักตะกอน พร้อมจุดที่ตั้ง แนวเส้นท่อทุก ๆ สายว่าต่ำกว่าเส้น Hydraulic grade line หรือไม่

## ๑.๕ การคำนวณหาขนาดบ่อบำบัดน้ำ

๑.๕.๑ ในงานออกแบบงานประปาภูเขา ส่วนจะใช้บ่อบำบัดน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กในการบรรจุน้ำ เพื่อนำไปทำการอุปโภค บริโภคต่อไป ขนาดที่นิยมใช้กันได้แก่ ๑๐๐,๑๕๐,๒๐๐ และ ๕๐๐ ลูกบาศก์เมตร โดยสำนักงานชลประทานที่ ๒ ฝ่ายออกแบบ จะอ้างอิงจากแบบมาตรฐาน หมายเลขต่างๆดังนี้

บ่อบำบัดน้ำความจุ ๑๐๐ ลบ.ม.	หมายเลขแบบ สขป.๒-๑-๓๓๐๕
บ่อบำบัดน้ำความจุ ๑๕๐ ลบ.ม.	หมายเลขแบบ สขป.๒-๓๘-๐๕/สขป.๒-๔๖-๐๓
ถังพักน้ำความจุ ๒๗๐ ลบ.ม.	หมายเลขแบบ สขป.๒-๑-๓๒๐๒
ถังพักน้ำความจุ ๕๐๐ ลบ.ม.	หมายเลขแบบ สขป.๒-๔๓-๐๕

ในการคำนวณหาขนาดถังพักน้ำ มักใช้การพิจารณาทั้งปริมาณความต้องการใช้น้ำ(ทั้งความต้องการใช้น้ำของพืช เพื่อการเกษตร และเพื่อการอุปโภค บริโภค ในกรณีที่มีโครงการนี้มีการพิจารณาด้านอุปโภค บริโภค) และพิจารณาทั้งระยะเวลาที่น้ำจะไหลเต็มบ่อบำบัดน้ำ เพราะพิจารณาทั้งความต้องการใช้น้ำ และความรวดเร็วต่อความต้องการใช้น้ำ

การคำนวณปริมาณน้ำที่จะส่ง

### ๑. น้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค

ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการส่งไปให้เพื่อใช้สำหรับการอุปโภค บริโภค จะอาศัยข้อมูลอัตราความต้องการใช้น้ำของคน และสัตว์มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณ ดังนั้นหากต้องการออกแบบขนาดอัตราการส่งน้ำผ่านท่อจริง ก็ต้องหาข้อมูลคำนวณคนและสัตว์ในพื้นที่เป้าหมายมาใช้คำนวณร่วมกับอัตราการใช้น้ำ ดังตาราง

ผู้ใช้น้ำ	หน่วย	อัตราการใช้น้ำ
คน (ชนบทและท้องถิ่นที่ต้องการประหยัดน้ำ )	ลิตร/วัน-คน	๓๐-๖๐
คน (ท้องถิ่นที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์)	ลิตร/วัน-คน	๗๕-๓๐๐
วัว ควาย	ลิตร/วัน-คน	๕๐
หมู	ลิตร/วัน-คน	๒๐
ไก่	ลิตร/วัน-คน	๑

### ๒. ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก

ในการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก จะอาศัยค่าชลประทาน (Water duty) และขนาดพื้นที่เพาะปลูกมาเป็นข้อมูลสำหรับคำนวณ ตามสูตร

$$\text{อัตราการส่งน้ำ} = \text{ค่าชลประทาน} \times \text{ขนาดพื้นที่เพาะปลูก}$$

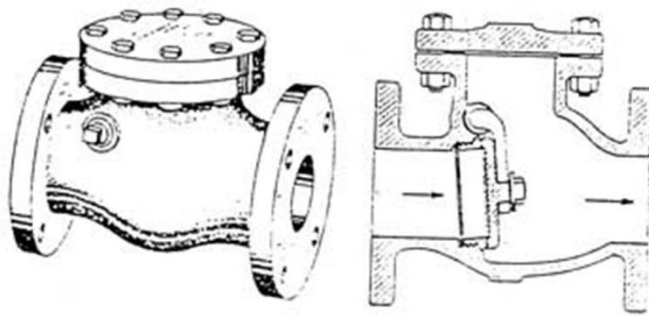
## ๑.๖ อุปกรณ์ในระบบท่อส่งน้ำ

ในระบบท่อส่งน้ำนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อควบคุม บังคับการไหลของน้ำในทิศทาง และอัตราที่ต้องการ อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบท่อส่งน้ำที่ต้องใช้เสมอ เช่น เช็ควาล์ว (Check Valve) วาล์วปิดเปิดน้ำแบบต่างๆ และวาล์วระบายอากาศ (Air Release Valve) ซึ่งมีลักษณะ และรูปทรงต่างๆดังนี้

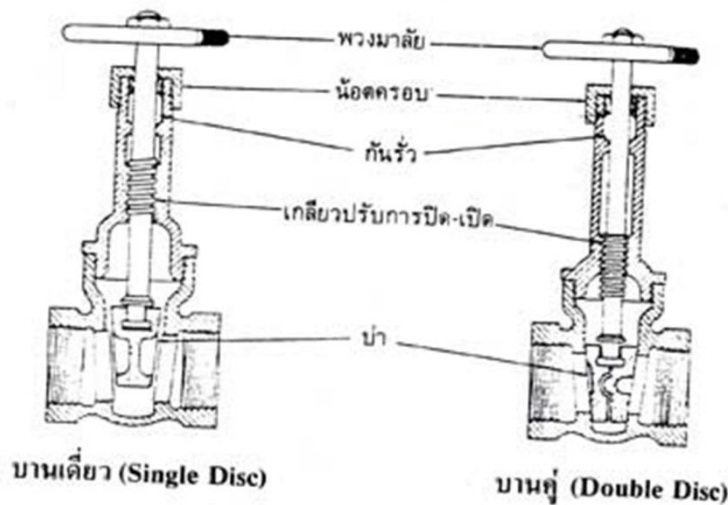
### ๑.๖.๑ ประตูน้ำ (หรือวาล์ว) ชนิดต่างๆ

๑. เช็ควาล์ว (Check Valve) เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำไหลย้อนกลับ ลื่นของวาล์วแบบนี้จะปิดเมื่อความเร็วของการไหลของน้ำเป็นศูนย์หรือเมื่อมีการไหลย้อนกลับ ในกรณีที่ปลายท่อส่งน้ำอยู่สูงกว่าปั๊มจำเป็นต้องติดตั้งเช็ควาล์วไว้ป้องกันไม่ให้น้ำไหลย้อนกลับมาทำความเสียหายต่อเครื่องสูบน้ำได้

๒. เกทวาล์ว (Gate Valve) เป็นวาล์วหรือประตูน้ำที่ใช้งานกันทั่วไป บานประตูมีลักษณะเป็นลื่นเข้า-ออก ในลักษณะตั้งฉากกับทิศทางของการไหล ส่วนใหญ่จะใช้แบบเปิดเต็มหรือที่ปิดสนิท ไม่นิยมใช้แบบเปิดเพียงบางส่วน เพื่อควบคุมการไหล

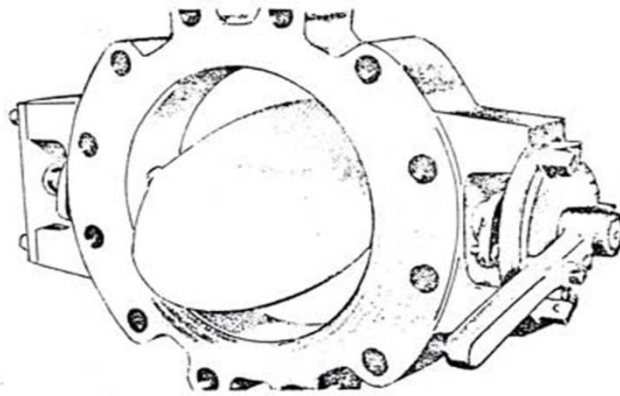


เช็ควาล์ว (Check Valve)

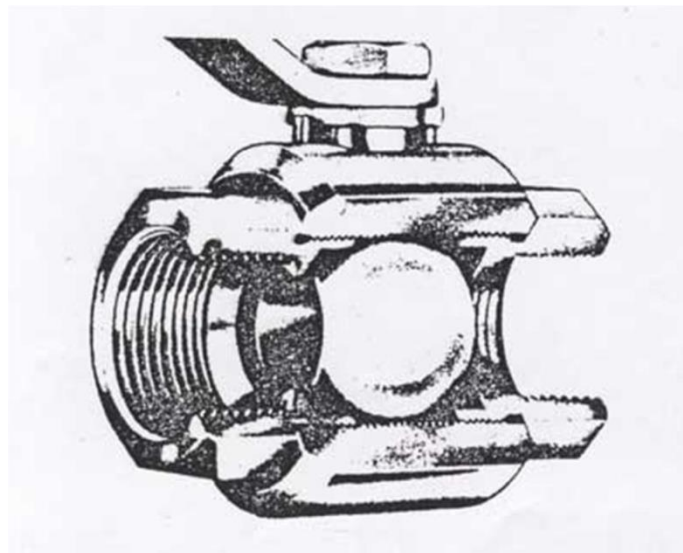


เกทวาล์ว (Gate Valve)

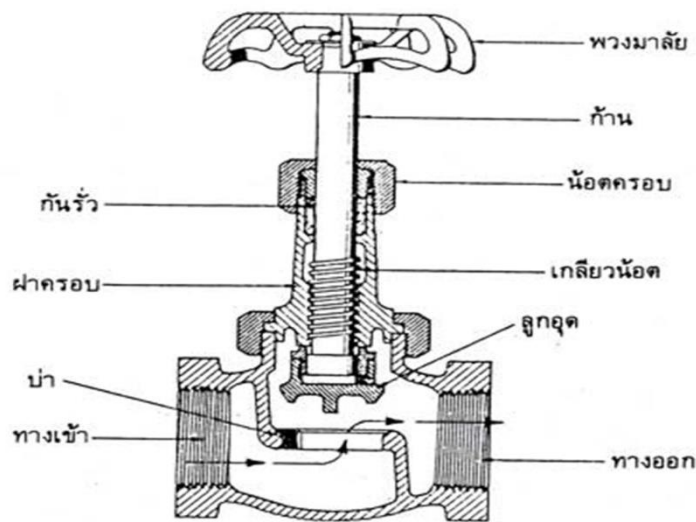
๓. วาล์วผีเสื้อ ( Butterfly Valve ) เป็นวาล์วที่หมุนรอบก้านและปิดสนิทจนหมุนตั้งฉากกับทิศทางการไหลจาสัมผัสกับบารองลื่นในตัวเรือน วาล์วแบบนี้ใช้ได้ทั้งงานเปิด-ปิด และปรับอัตราการไหล ส่วนใหญ่จะใช้ในระบบท่อความดันต่ำและยอมให้มีการรั่วผ่านร่องลื่นได้มาก
๔. วาล์วแบบลูกทรงกลม (Ball Valve) เป็นวาล์วที่เปิด-ปิด โดยการหมุนลูกทรงกลมซึ่งมีรูเจาะผ่านศูนย์กลาง ในตำแหน่งเปิดเต็มทีรูในตำแหน่งเปิดเต็มรูดังกล่าวจะอยู่ในแนวเดียวกับทิศทางการไหล และจะปิดสนิทเมื่อหมุนทรงกลมไปเป็นมุม ๙๐ องศา วาล์วแบบนี้ส่วนใหญ่ นิยมใช้ควบคุมปริมาณการไหลและความดันในท่อ วาล์วแบบนี้มีขนาดไม่เกิน ๑๐๐ มม.



วาล์วผีเสื้อ ( Butterfly Valve )



วาล์วแบบลูกทรงกลม (Ball Valve)



วาล์วแบบโกลบ (Globe Valve)

๕. วาล์วแบบโกลบ (Globe Valve) เป็นวาล์วที่ออกแบบไว้ เพื่อใช้ในการปรับอัตราการไหลบ่อยๆ ลื่นเปิด-ปิดมีลักษณะเป็นจานหรือลูกจุดเคลื่อนที่ขึ้นลงโดยก้านซึ่งตั้งฉากกับrongลื่น ซึ่งมีลักษณะเป็นแหวน ทิศทางการไหลผ่านช่องลื่นอาจทำมุม ๙๑ องศา หรือมุมอื่นกับทิศทางการไหลเข้าออกจากวาล์ว

๖. วาล์วระบายอากาศ (Air Release Valve) วาล์วระบายอากาศนับว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากชิ้นหนึ่งในระบบส่งน้ำ ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไปแล้วจะมีอากาศปนติดมากับน้ำที่สูบด้วยเสมอ เมื่อความดันของน้ำลดลงหรือน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นฟองอากาศจะแยกตัวออกมาและสะสมกันในบริเวณที่แนวท่อโค้งงอขึ้น โพรงอากาศนี้จะทำให้การไหลผ่านในบริเวณดังกล่าวมีลักษณะเป็นการไหลแบบทางน้ำเปิดซึ่งจะเป็นผลให้สูญเสียพลังงานมาก และอาจเป็นตัวการก่อให้เกิดความดันในระบบท่อแปรปรวนได้ ดังนั้นจึงควรติดตั้งวาล์วให้ทำหน้าที่ระบายอากาศส่วนนี้ออกไป นอกจากนี้ควนติดตั้งทุกระยะ ๐.๕ ถึง ๑.๐ กิโลเมตรบนแนวท่อที่ลาดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแนวที่ลาดลงค่อนข้างชัน

๗. บานปิดเปิดทางเดียว (flap valve) หมายถึง

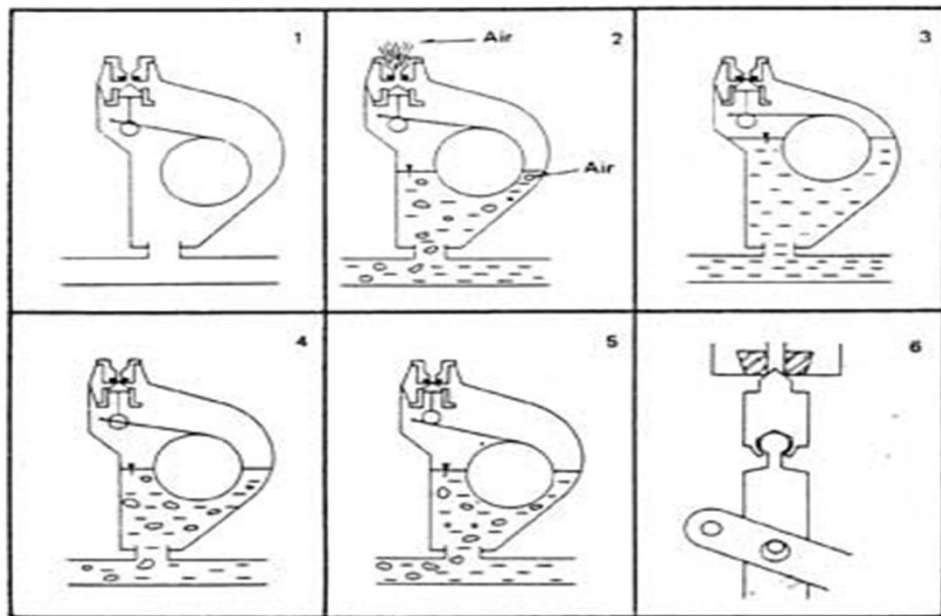
๗.๑ บานหรือลื่นปิดเปิดติดอยู่ที่ตอนปลายท่อจ่ายน้ำของเครื่องสูบน้ำ เพื่อป้องกันการไหลกลับของน้ำ เมื่อเครื่องสูบน้ำหยุดทำงาน

๗.๒ บานหรือลื่นเปิดปิด ควบคุมระดับน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม มักออกแบบให้เปิดเมื่อระดับน้ำด้านเหนือน้ำสูงกว่าระดับท้ายน้ำเพื่อระบายน้ำและปิดเมื่อระดับน้ำด้านท้ายน้ำสูงขึ้นหรือเท่ากับหรือ มากกว่าระดับน้ำด้านเหนือน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลกลับบางครั้งเรียกว่า flap gate



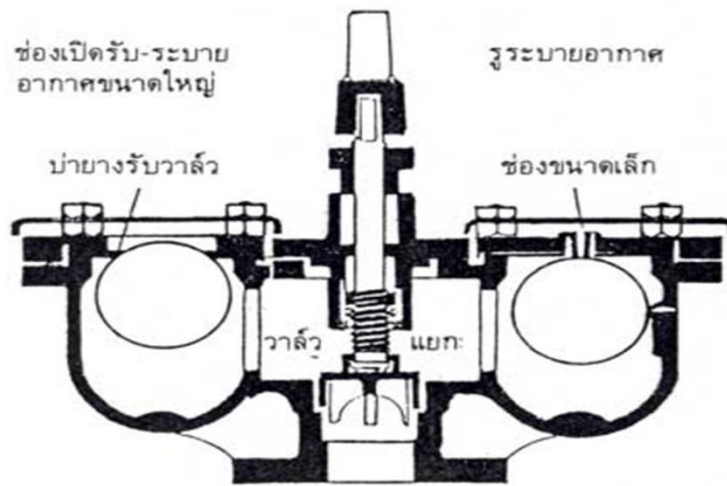
ตารางแสดงการใช้งานของวาล์วประเภทต่างๆ

ชนิดวาล์ว	การใช้งาน			
	ควบคุมการไหล	หยุดการไหล	ป้องกันการไหลย้อน	ป้องกันการเกิด water hammer
Gate Valve	√	√		
Butterfly Valve	√	√		
Check Valve			√	√
Flap Valve			√	
Foot Valve			√	

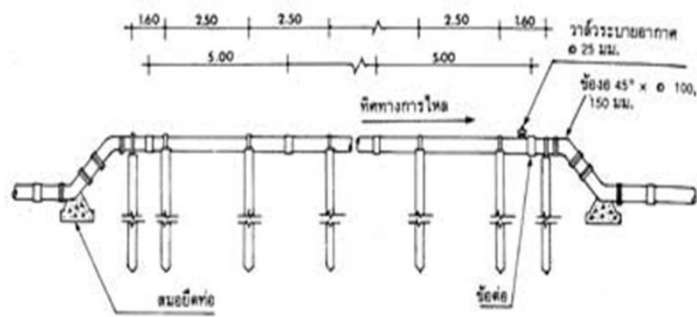


ลักษณะการทำงานของวาล์วระบายอากาศ

- (๑) วาล์วเปิดเมื่อไม่มีน้ำอยู่ในท่อ (๒) เมื่อมีน้ำไหลเข้าท่ออากาศจะถูกระบายออกไปและวาล์วจะปิด จะปิด (๓) เมื่อฟองอากาศมาสะสมกันมากขึ้นลูกลอยจะตกและวาล์วจะเปิดเพื่อระบายอากาศออกไปอีก

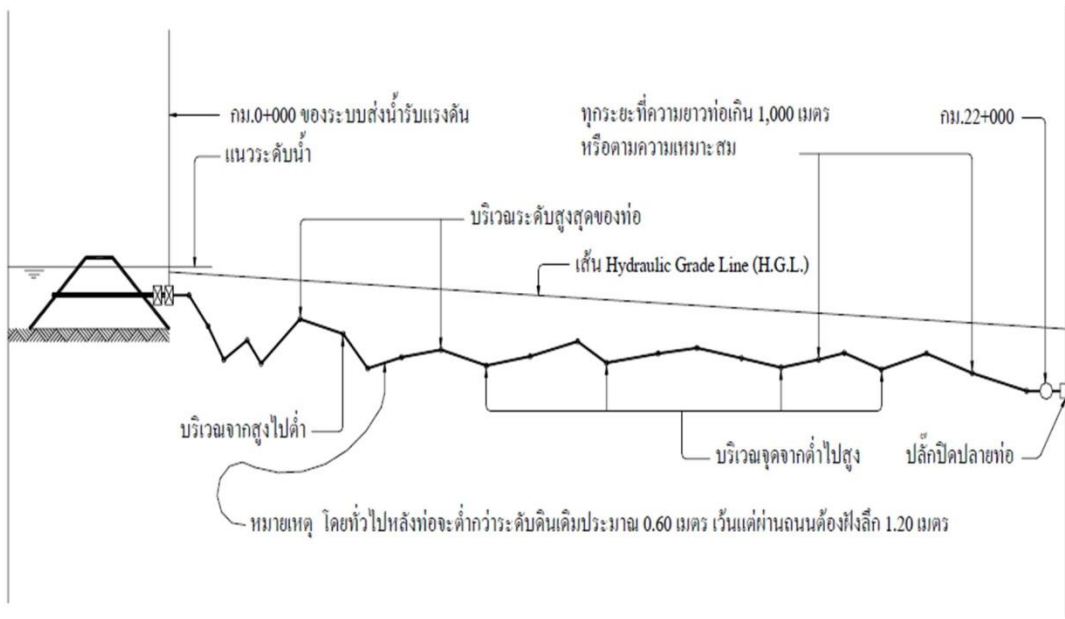


วาล์วระบายอากาศขนาดใหญ่ ( Double Air Release Valve)  
ที่ใช้ในท่อส่งน้ำขนาดใหญ่



การติดตั้งผ่านคูหรือทางน้ำให้สังเกตการณ์ติดตั้งสมอคอนกรีตยึดท่อและการติดตั้งวาล์วระบายอากาศเหนือท่อ

### จุดที่ควรติดตั้ง Air Valve



ตำแหน่งที่ควรติดตั้งวาล์วระบายอากาศ

ตาราง แสดงเกณฑ์กำหนดขนาดของวาล์วระบายอากาศ

ขนาดท่อ (มม.)	๔๐๐	๕๐๐	๖๐๐	๗๐๐	๘๐๐	๙๐๐	๑๐๐๐	๑๒๐๐	๑๓๕๐	๑๕๐๐
ขนาดแอร์วาล์ว (มม.)	๑๐๐	๑๐๐	๑๐๐	๑๐๐	๑๐๐	๑๐๐	๑๕๐	๑๕๐	๑๕๐	๑๕๐

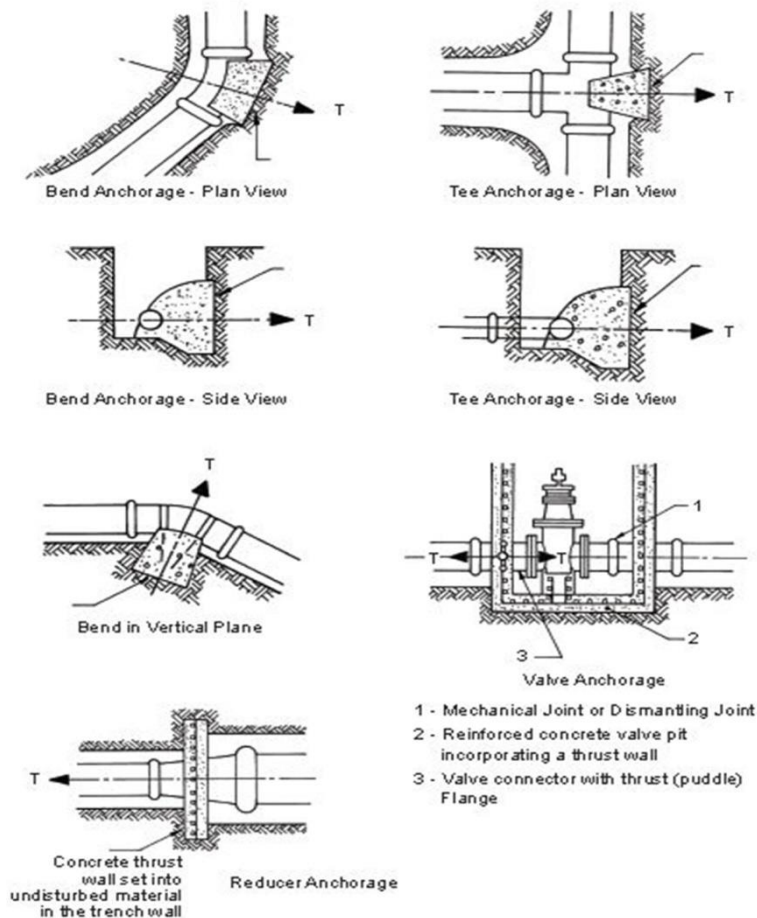
๘) ประตูละบายตะกอน (Blow Off Valve) ติดตั้งไว้บริเวณที่ท่อส่งน้ำผ่านที่ต่ำ อายุใช้งานประมาณ ๓-๕ ปี ควรเปิดประตูละบายตะกอน ปีละ ๒-๓ ครั้ง เพื่อเป็นการระบายตะกอนที่จะอุดตันท่อทำให้เป็นอุปสรรคต่อการส่งน้ำ

- ก. ขนาดท่อ Ø ๑๒ นิ้ว ใช้ท่อระบายตะกอน ขนาดท่อ Ø ๔ นิ้ว
- ข. ขนาดท่อ Ø ๑๖ นิ้ว ใช้ท่อระบายตะกอน ขนาดท่อ Ø ๖ นิ้ว

## ๑.๗ การวางท่อส่งน้ำ

### การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตค้ำยันท่อ (Concrete Thrust Block Design)

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตค้ำยันท่อแรงดันตรงจุดที่เกิดแรงกระทำเช่นข้องอ สามทาง ข้อลดและ วาล์วรวมถึงบริเวณจุดปลายท่อที่ปิดอยู่ บริเวณดังกล่าวจะเกิดแรงกระทำต่อตัวท่ออันเนื่องมาจากที่ แรงดันภายในท่อที่ไม่สมดุลเกิดขึ้น เกิดแรงกระทำ และการสั่นอยู่ตลอดเวลา สำหรับท่อฝังดินนั้นขนาด โครงสร้างคอนกรีตค้ำยันท่อจะขึ้นกับความสามารถในการรับน้ำหนักของดินบริเวณนั้น (ค่า Bearing Stress) สำหรับพวกข้องอต่างๆที่อยู่ในแนวตั้ง (Vertical Plane) และฝังดินไม่ลึกจากผิวดิน อาจใช้เพียง แท่งคอนกรีตล้วนขนาดใหญ่ก็เพียงพอ ซึ่งรูปแบบมาตรฐานได้แสดงไว้ดังภาพ



รูปแบบมาตรฐานของแท่งคอนกรีตค้ำยันท่อฝังดินบริเวณข้อต่อและประตูน้ำ



รูปการเตรียมพื้นที่สำหรับการวางท่อส่งน้ำ



รูปแสดงการวางท่อส่งน้ำ



รูปแสดงการวางท่อส่งน้ำ