



สถาบัน THE BEST CENTER

2145/7 ซ.รามคำแหง 43/1 ถ.รามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
โทร. 0-2318-6868, 0-2314-1492 โทรสาร 0-2718-6274

คุณภาพทางวิชาการต้องมาที่ 1

www.thebestcenter.com; www.facebook.com/bestcentergroup

คู่มือเตรียมสอบ

กรมชลประทาน

นายช่าง ชลประทาน

ประกอบด้วย

การวิเคราะห์โครงสร้างเบื้องต้น การเขียนแบบวิศวกรรม
การเขียนแบบวิศวกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ การออกแบบและ
คำนวณโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก วัสดุทางด้าน
วิศวกรรมและการทดสอบ การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง
การวิเคราะห์และประมาณราคางานก่อสร้าง การวางแผน
และควบคุมงานก่อสร้าง หลักอุทกวิทยาเบื้องต้น
หลักการชลประทานเบื้องต้น หลักการทางชลศาสตร์และ
การไหลในทางน้ำเปิด



เปิดติวครบวงจร ทุกหน่วยงานสอบ และติวทางไปรษณีย์
ติดต่อ 02-3186868, 02-3141492

ศูนย์รวมคู่มือเตรียมสอบและแนวข้อสอบ มีวางจำหน่ายตามศูนย์หนังสือทั่วประเทศ
หรือ www.thebestcenter.com

E-book download ติดต่อไลน์ Id Line : 0627030008

250.-

คำนำ

ชุดคู่มือเตรียมสอบสำหรับตำแหน่งนายช่างชลประทาน กรมชลประทานเล่มนี้ ทางสถาบัน THE BEST CENTER และคณะผู้จัดทำได้เรียบเรียงขึ้นเป็นเล่ม เพื่อให้ผู้สมัครสอบใช้สำหรับเตรียมตัวสอบในการสอบแข่งขันฯ ในครั้งนี้

ทางสถาบัน THE BEST CENTER ได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้จัดทำหนังสือเล่มนี้ขึ้นมา โดยประกอบไปด้วย ประวัติกรมชลประทาน วิสัยทัศน์ พันธกิจและค่านิยม และความรู้เนื้อหาเกี่ยวกับนายช่างชลประทาน และแถมท้ายด้วยแนวข้อสอบ มาจัดทำเป็นหนังสือชุดนี้ขึ้น เพื่อให้ผู้ที่สอบได้เตรียมตัวอ่านล่วงหน้า มีความพร้อมในการทำข้อสอบ

อนึ่งขอให้ทุกท่านที่ใช้ตำราเล่มนี้จงประสบความสำเร็จสมความมุ่งมั่นและตั้งใจของท่านในตำแหน่งที่ต้องการ พร้อมกันนี้ทางคณะผู้จัดทำและสถาบัน THE BEST CENTER ขอน้อมรับข้อบกพร่องใด ๆ อันจะเกิดขึ้นและยินดีรับฟังเพื่อนำไปแก้ไขในการจัดพิมพ์ครั้งต่อไป

ขอให้โชคดีในการสอบทุกท่าน

ฝ่ายวิชาการ

สถาบัน The Best Center

www.thebestcenter.com

สารบัญ

| | |
|--|-----|
| • ประวัติกรมชลประทาน อำนาจหน้าที่ แผนยุทธศาสตร์ วิสัยทัศน์ | 1 |
| • การวิเคราะห์โครงสร้าง | 11 |
| • การเขียนแบบวิศวกรรม | 18 |
| • การเขียนแบบวิศวกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ | 32 |
| • การออกแบบและคำนวณโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก | 38 |
| • วัสดุทางด้านวิศวกรรมและการทดสอบ | 75 |
| • การทดสอบวัสดุ | 88 |
| • การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง | 96 |
| • การวิเคราะห์และประมาณราคางานก่อสร้าง | 100 |
| • การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง | 126 |
| • หลักอุทกวิทยาเบื้องต้น | 140 |
| • หลักการชลประทานเบื้องต้น | 164 |
| • หลักการชลศาสตร์และการไหลในทางน้ำเปิด | 184 |
| • เจาะแนวข้อสอบ ความรู้เกี่ยวกับกรมชลประทาน | 232 |
| • เจาะข้อสอบพระราชบัญญัติการชลประทานหลวง พ.ศ. 2585 | 238 |
| • เจาะข้อสอบนายช่างชลประทาน | 249 |

ประวัติกรมชลประทาน

กรมชลประทาน เป็นหน่วยงานในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีหน้าที่จัดให้ได้มาซึ่งน้ำเพื่อกักเก็บรักษา ควบคุม ส่ง ระบาย หรือ แบ่งน้ำเพื่อการเกษตร การพลังงาน การสาธารณสุข โภค หรือการอุตสาหกรรม และหมายรวมถึงการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากน้ำ กับการคมนาคมทางน้ำซึ่งอยู่ในเขตชลประทาน

งานชลประทาน เริ่มขึ้นอย่างจริงจังในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว มีการขุดลอกคลองและขุดคลองขึ้นใหม่ในบริเวณทุ่งราบภาคกลางจำนวนมาก ดำเนินการโดยเอกชน คือ บริษัทขุดคลองแลคูนาสยาม (Siam Canals, Lands and Irrigation Company) ได้รับพระบรมราชานุญาต เมื่อ พ.ศ. 2431 เริ่มขุดคลองเมื่อพ.ศ. 2433 มีระยะเวลาดำเนินการ ตามสัมปทาน 25 ปี โครงการประกอบด้วย การก่อสร้างระบบคลอง ในบริเวณพื้นที่ราบฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา เขตจังหวัดปทุมธานี ที่เรียกว่า ทุ่งรังสิต โดยขุดคลองสายใหญ่ เชื่อมระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยา ตรงไปยังแม่น้ำนครนายก พร้อมกับการสร้างประตูระบายน้ำ สำหรับ ควบคุมการเก็บกักน้ำเพื่อการเพาะปลูก และสร้างประตู เรือสัญจรเพื่อการคมนาคมขนส่งทางน้ำตลอดทั้งปี

หลังจากที่บริษัทดังกล่าวได้ดำเนินการ มาประมาณ 10 ปี เจ้าพระยาเทเวศวงศ์วิวัฒน์ เสนาบดีกระทรวงเกษตราธิการ ได้ไปตรวจราชการที่ทุ่งรังสิต เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2442 พบว่า ทุ่งรังสิต จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือด้านการชลประทานเป็นการด่วน จึงนำความขึ้นกราบบังคมทูลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ขอพระราชทานพระบรมราชานุญาต จ้างนายช่างชลประทานชาวต่างประเทศ มาศึกษาพิจารณา และแก้ไขเรื่องการจัดหาน้ำในบริเวณทุ่งรังสิตให้ดีขึ้น พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงเห็นชอบ และได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้จัดหาวิศวกรผู้ชำนาญงานด้านการชลประทาน

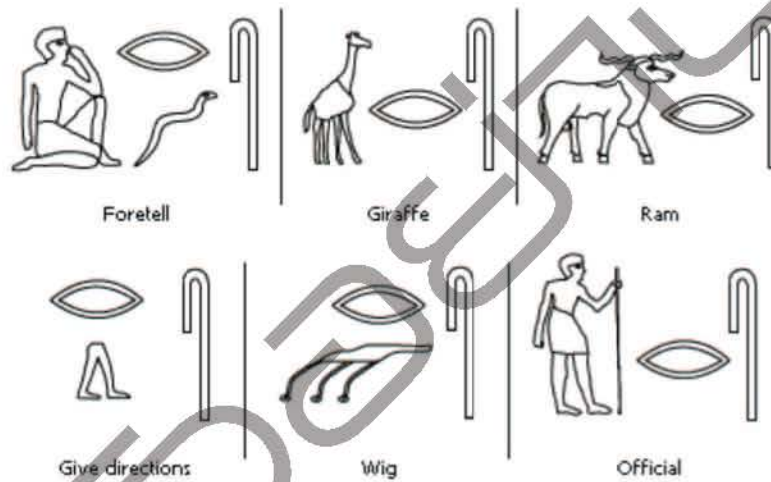


ในพ.ศ. 2445 ได้ว่าจ้าง นายเฮ โสมัน วันเดอร์ ไฮเด วิศวกรชลประทานชาวฮอลันดา มาดำเนินงานชลประทานในประเทศไทย และทรงแต่งตั้งให้ นายเฮ โสมัน วันเดอร์ ไฮเด เข้า

๓ การเขียนแบบวิศวกรรม

1.1 การเขียนแบบวิศวกรรมกับภาษารูปภาพ (graphics language)

มนุษย์รู้จักการใช้รูปภาพในการสื่อสารกันมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์แล้ว ยกตัวอย่างเช่นในสมัยอียิปต์โบราณ ก็รู้จักใช้รูปสัญลักษณ์หรือที่รู้จักกันคือว่า “Hieroglyphs” ในการสื่อความหมายดังแสดงในรูปที่ 1.1 หรือในภาษาจีนโบราณเองก็มีรากฐานมาจากการใช้รูปภาพแทนสิ่งที่ต้องการกล่าวถึง เช่นเดียวกัน (รูปที่ 1.2) สำหรับภาพจากการเขียนแบบวิศวกรรมนั้นก็ถือว่าเป็นภาษารูปภาพแบบหนึ่ง เช่นเดียวกัน วิศวกรจะใช้รูปภาพจากการเขียนแบบในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ซึ่งไม่ว่าวิศวกรนั้นจะมากจากที่ใดในโลกนี้ก็ตามก็จะสามารถเข้าใจความหมายในแบบวิศวกรรมแบบนั้น ๆ เหมือนกัน (รูปที่ 1.3)



รูปที่ 1.1 สัญลักษณ์ภาพ Hieroglyphs
ในภาษาอียิปต์โบราณ

| 甲骨文 (商朝) | 金文 (周朝) | 小篆 (秦朝) | 隶书 (汉朝) | 楷书 (汉末) |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 日 | 日 | 日 | 日 | 日 |
| 月 | 月 | 月 | 月 | 月 |
| 人 | 人 | 人 | 人 | 人 |
| 目 | 目 | 目 | 目 | 目 |
| 車 | 車 | 車 | 車 | 車 |
| 馬 | 馬 | 馬 | 馬 | 馬 |

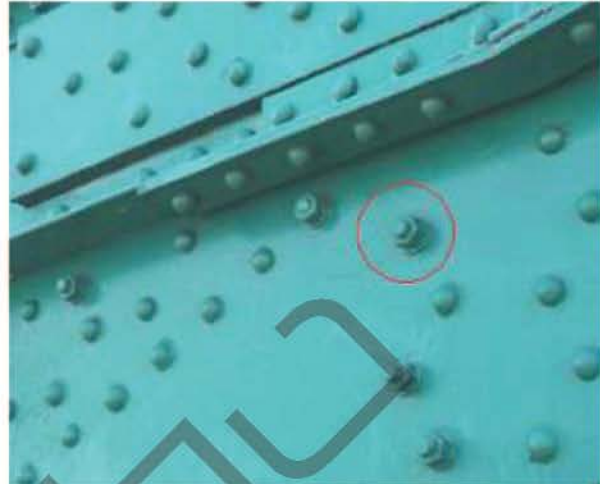
รูปที่ 1.2 การใช้รูปภาพแสดงความหมาย
ในภาษาจีน

ส่วนในขั้นตอนหลังจากทำงานเสร็จสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

- 1) ตรวจสอบระดับ แนวราบ แนวตั้ง ตำแหน่ง ระยะห่างของโครงเหล็ก ส่วนต่างๆให้ตรงตามระบุในแบบ
- 2) ตรวจสอบระยะห่างของชิ้นงานที่เชื่อมติดกันให้เป็นไปตามแบบ



รูปที่ 4.46 หมุดย้ำ ในการเชื่อมต่อ โครงสร้าง
ต้องอัดแน่นและทำให้แผ่นเหล็กแนบ
ติดกันสนิทมีใช้น้อยมากในยุคนี



รูปที่ 4.47 การยึดเนื้อในโครงสร้างเหล็ก ด้อยเหล็ก
ชั้นให้แน่นและแนบติดกันสนิท

4.3 การตรวจและควบคุมงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

คอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete) คือ คอนกรีตที่มีการเพิ่มสมรรถภาพการรับน้ำหนัก โดยการใช้วัสดุอื่นเข้ามาช่วย เช่น เหล็กเสริม หรือ ไฟเบอร์ หรือในบางครั้งใช้วัสดุธรรมชาติเช่น ไม้ไผ่ เพื่อเพิ่มความสามารถที่ขาดไปของคอนกรีต คือความเปราะ คอนกรีตเสริมเหล็กนิยมเรียกว่า คสล. เนื่องจากเหล็กเป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการเสริมในคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีต (Reinforcement) ใช้เสริมในคอนกรีตเพื่อให้สามารถรับแรงในงานโครงสร้างต่างๆแทนคอนกรีตซึ่งมีความต้านทานแรงดึงได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ของความต้านทานในการรับแรงอัดเท่านั้น เหล็กเป็นวัสดุรับแรงได้ดีและยังมีสัมประสิทธิ์การยึดหดตัวใกล้เคียงคอนกรีตมาก เมื่อนำใช้งานร่วมกับคอนกรีต การยึดเหนี่ยว (Bond) ระหว่างเหล็กกับคอนกรีตต้องดีด้วย เหล็กข้ออ้อย (Deformed Bar) จึงถูกพัฒนามาใช้แทนเหล็กเส้นกลม (Round Bar) เพื่อช่วยให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมมีมากเพียงพอ การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจะนำคุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กเสริมไปคำนวณออกแบบอาคารให้มีความแข็งแรง สามารถใช้งานอย่างปลอดภัยและประหยัด

การผูกเหล็กเสริมคอนกรีต จะต้องให้เป็นไปตามรูปแบบรายการอย่างเคร่งครัด เช่น ระยะ ทาบ ระยะงอที่ปลายถูกต้องตามกำหนด ผูกยึดเหล็กให้แน่น ต่อเหล็กอย่างถูกวิธีให้ถูกตำแหน่ง ใช้เหล็กเพิ่มความยาวในบริเวณที่มีการห้ามต่อเหล็ก หรือต่อ โดยการเชื่อมแทนการต่อทาบเพื่อลดความ

- 4) ตรวจสอบการอุดปิดเข้าค้ำสวด
- 5) ตรวจสอบการอุดตันของท่อซีทว่าตันหรือไม่

- การตรวจสอบงานอัดน้ำปูน

- 1) เก็บตัวอย่างก้อนปูนทดสอบกำลัง
- 2) ทำการทดสอบตัวอย่างลูกปูนที่อายุ 7 วันและ 14 วัน



รูปที่ 4.124 แสดงการวางสลิงให้ยาวออกมาจากพื้น เพื่อทำการดึงสลิง



รูปที่ 4.125 การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำ ยาบ่มคอนกรีต



รูปที่ 4.126 เมื่อคอนกรีตมีความแข็งแรงตามที่กำหนดแล้วจะต้องทำการดึงและยึดสลิงไว้กับหัว Anchorages



รูปที่ 4.127 ทำการดึงสลิงด้วยเครื่องไฮดรอลิกส์ให้ได้กำลังตามที่กำหนด



รูปที่ 4.128 Grouting ด้วยน้ำปูนระบบ Bonded System เข้าไปในท่อร้อยสลิง

ใช้สูตร $K = 0.25 + 0.15 \text{ It/Io} + 0.60 \text{ St/So}$

4.5 งานคอนกรีตไม่รวมเหล็กและคอนกรีตคาดคลอง หมายถึง งานคอนกรีตเสริมเหล็กที่หักส่วนของเหล็กออกมาแยกคำนวณต่างหากของงานฝาย ทางระบายน้ำล้นหรืออาคารชลประทานประกอบของเขื่อน ซึ่งมีสัญญาแยกจ่ายเฉพาะงานคอนกรีตดังกล่าวเท่านั้น

ใช้สูตร $K = 0.40 + 0.15 \text{ It/Io} + 0.25 \text{ Ct/Co} + 0.20 \text{ Mt/Mo}$

4.6 งานเจาะ หมายถึง การเจาะพร้อมทั้งฝังท่อกรุนาตรูไม่น้อยกว่า 48 มิลลิเมตร ในชั้นดิน หินผุ หรือหินที่แตกหัก เพื่ออัดฉีดน้ำปูน และให้รวมถึงงานซ่อมแซมฐานรากอาคารชลประทาน ถนนและอาคารต่างๆ โดยอัดฉีดน้ำปูน

ใช้สูตร $K = 0.40 + 0.20 \text{ It/Io} + 0.10 \text{ Mt/Mo} + 0.20 \text{ Et/Eo} + 0.10 \text{ Ft/Fo}$

4.7 งานอัดฉีดน้ำปูน ค่าอัดฉีดน้ำปูน จะเพิ่มหรือลด ให้เฉพาะราคาซีเมนต์ที่เปลี่ยนแปลง ตามดัชนีราคาของซีเมนต์ ที่กระทรวงพาณิชย์จัดทำขึ้น ในเดือนที่ส่งงานแต่สะดวกกับเดือนที่จัดประกวดราคาด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

หมวดที่ 5 งานระบบสาธารณูปโภค

5.1 งานวางท่อ AC และ PVC

5.1.1 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาท่อและหรืออุปกรณ์ให้

ใช้สูตร $K = 0.50 + 0.25 \text{ It/Io} + 0.25 \text{ Mt/Mo}$

5.1.2 ในกรณีที่ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาท่อ AC และหรืออุปกรณ์

ใช้สูตร $K = 0.40 + 0.10 \text{ It/Io} + 0.10 \text{ Mt/Mo} + 0.40 \text{ ACt/ACo}$

5.1.3 ในกรณีที่ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาท่อ PVC และหรืออุปกรณ์

ใช้สูตร $K = 0.40 + 0.10 \text{ It/Io} + 0.10 \text{ Mt/Mo} + 0.40 \text{ PVCt/PVCo}$

5.2 งานวางท่อเหล็กเหนียวและท่อ Hydensity polyethylene

5.2.1 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาท่อและหรืออุปกรณ์ให้

ใช้สูตร $K = 0.40 + 0.10 \text{ It/Io} + 0.15 \text{ Mt/Mo} + 0.20 \text{ Et/Eo} + 0.15 \text{ Ft/Fo}$

5.2.2 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาท่อเหล็กเหนียวและหรืออุปกรณ์และให้รวมถึงงาน Transmission Conduit

ใช้สูตร $K = 0.40 + 0.10 \text{ It/Io} + 0.10 \text{ Mt/Mo} + 0.10 \text{ Et/Eo} + 0.30 \text{ GIPIt/GIPIo}$

5.2.3 ในกรณีที่ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาท่อ Hydensity Polyethylene และหรืออุปกรณ์

๓ การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง

★ หลักการบริหารงานก่อสร้าง

เป้าหมายของการบริหารงานก่อสร้าง คือ

ดำเนินงานก่อสร้างให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดงานมีความถูกต้องตามรูปแบบรายการ ตรงตามหลักวิชาการมีความแข็งแรงปลอดภัย ควบคุมการใช้ทรัพยากรและเวลาอย่างเหมาะสมและประหยัด

การจะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวจะต้องมีหลักการพื้นฐานในการบริหารงานก่อสร้างซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน โดยต้องลงมือทำและแก้ไขไปจนกว่าจะบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

1. การวางแผนงาน คือ

การกำหนดแนวทางในการดำเนินงานหรือปฏิบัติงานให้สอดคล้องและตรงกับเป้าหมายของงานที่จะทำเพื่อให้ผู้ปฏิบัติทราบล่วงหน้าว่าจะทำอะไร อย่างไร เมื่อไร

การคาดการณ์ถึงความต้องการทรัพยากรด้านกำลังคน วัสดุ อุปกรณ์และวางแผนให้การใช้ทรัพยากรเหล่านี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยอาศัยสถิติและข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้มาใช้ในการวางแผนงานให้ใช้งานได้ตามความเป็นจริงและอย่างได้ผล

ผู้วางแผนงานจะต้องเข้าใจถึงเป้าหมายของงานอย่างแจ่มแจ้ง จึงควรเป็นผู้มีประสบการณ์ในการทำงานด้านนี้เป็นเวลานานพอสมควร ในขั้นตอนนี้ควรวางแผนและจัดระบบงานของโครงการแล้วแยกย่อยเป็นแผนงานราย 3 เดือน แผนงานรายเดือน หรือรายสัปดาห์ต่อไป เพื่อให้งานสามารถดำเนินไปได้ อย่างต่อเนื่องและเสร็จสิ้นภายในระยะเวลาที่กำหนด

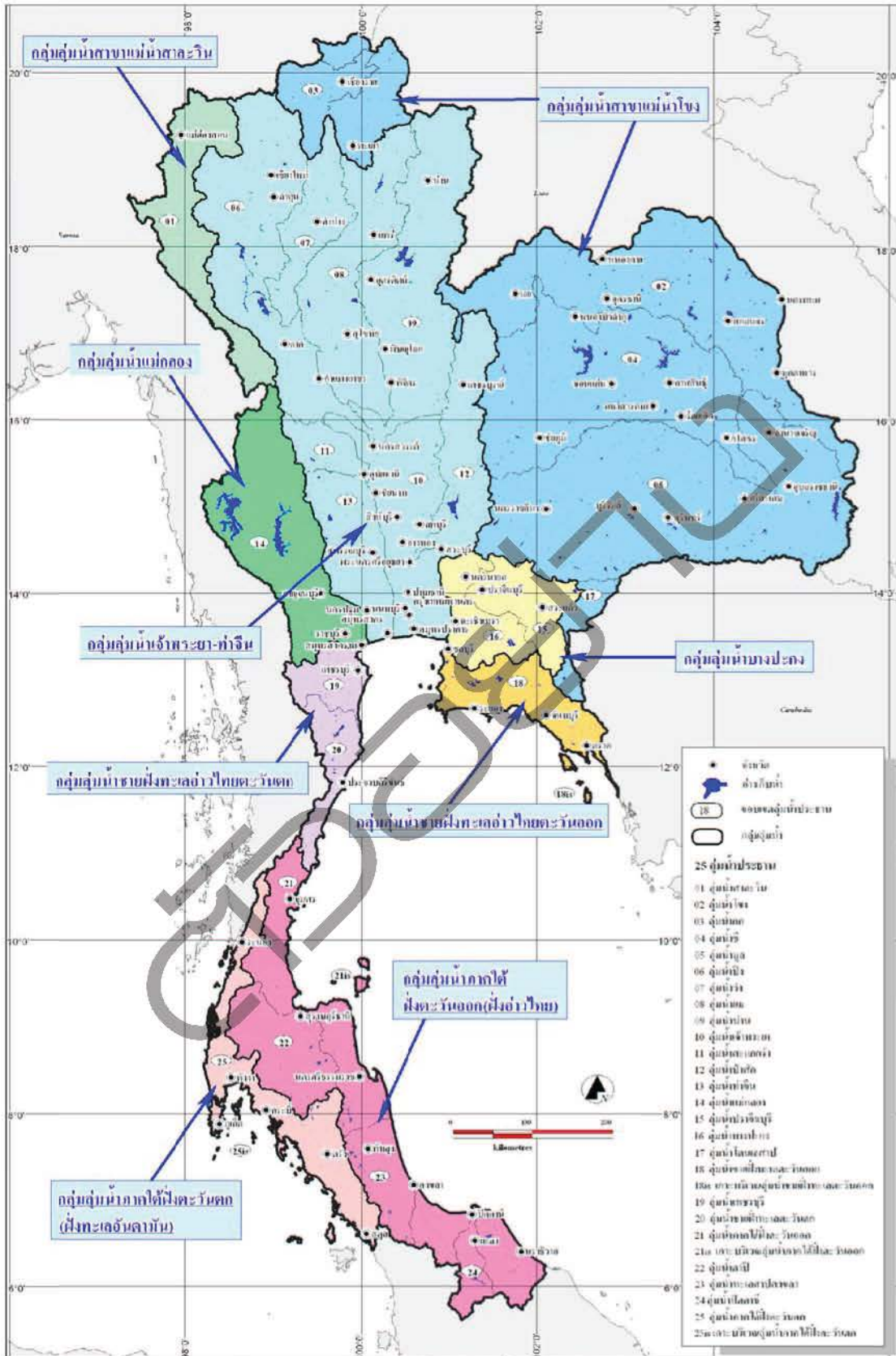
2. การปฏิบัติงาน คือ

การลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่วางเอาไว้ จึงถือว่าเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งของงานก่อสร้างที่มีความสำคัญ เพราะถ้าเกิดความผิดพลาดอาจมีผลกระทบต่อขั้นตอนอื่น ทำให้งานทั้งโครงการต้องล่าช้า ซึ่งหมายถึงค่าใช้จ่ายและเวลาที่เพิ่มขึ้น

ในขั้นนี้จึงต้องมีการบันทึกข้อมูลของการทำงานไว้ทุกขั้นตอนในรูปของรายงานประจำวัน รายงานประจำสัปดาห์และรายงานประจำเดือน นอกจากจะให้ผู้เกี่ยวข้องได้เห็นความก้าวหน้าของงานแล้ว ก็เพื่อประโยชน์ในการประเมินผลงานเพื่อหาทางแก้ไขปัญหา ในขณะที่ปฏิบัติงานจะต้องมีการตรวจสอบการทำงานเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากรูปแบบรายการ อันเป็นเหตุให้อาคารขาดความแข็งแรงปลอดภัย

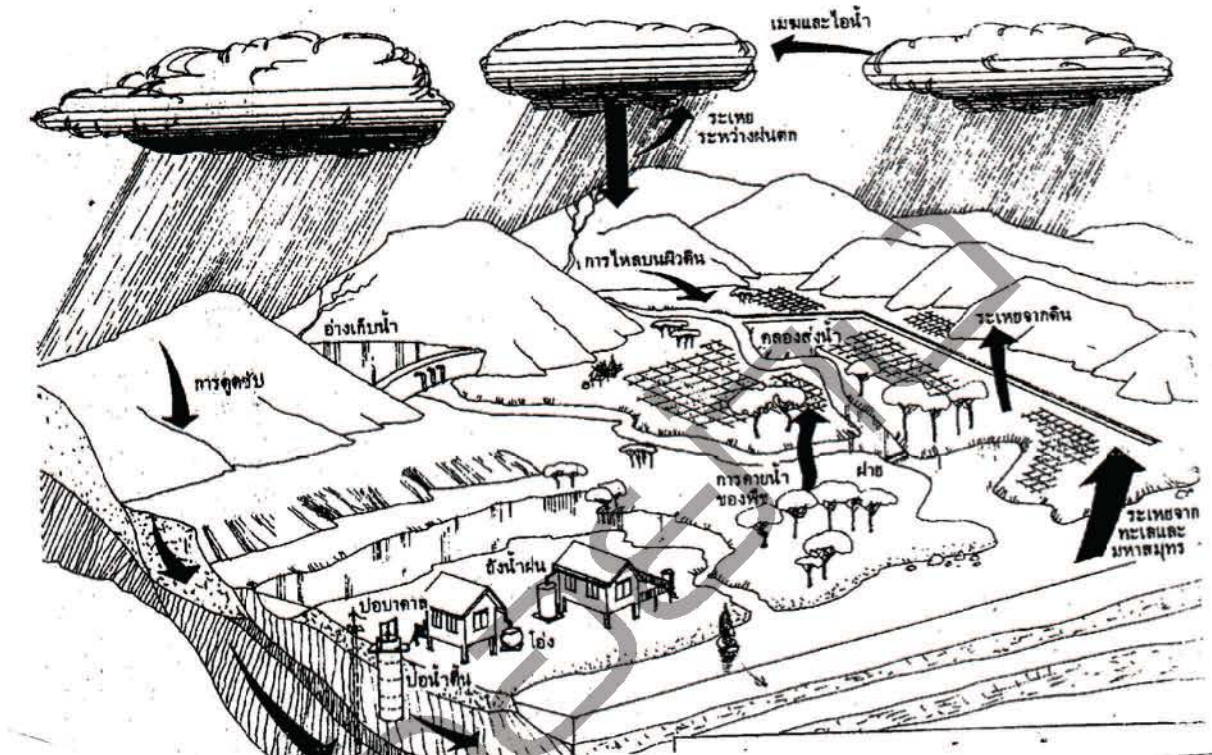
3. การประเมินผล คือ

การพิจารณาเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ออกจากการทำงานจริงกับแผนงานที่วางไว้ว่า ได้งานตามกำหนดเวลา หรือไม่



รูปที่ 1-8 แผนที่กลุ่มลุ่มน้ำและลุ่มน้ำย่อยของประเทศไทย

น้ำจะสะสมไอน้ำมาเรื่อย ๆ จนก้อนเมฆมีขนาดใหญ่และลอยเข้าใกล้ภูเขา ซึ่งมีความชื้นสูงและอากาศเย็น ความเย็นจากภูเขาจะทำให้ไอน้ำในก้อนเมฆควบแน่น กลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ แล้วตกลงมาเป็นฝน และฝนตกลงมาก็ไหลไปตามทางน้ำโดยแรงดึงดูดของโลกไหลมารวมกันเป็นคลอง จนกลายเป็นแม่น้ำ ที่นี้แม่น้ำก็ไหลออกจากแผ่นดินตรงปากแม่น้ำ สู่อะเลและมหาสมุทร กลับมาสู่มหาสมุทรอีกครั้ง



วัฏจักรของทรัพยากรน้ำตามธรรมชาติ

★ การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าบนผิวดินจะต้องทราบข้อมูล 3 ประการคือ

พื้นที่รับน้ำฝน 2. ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงเฉลี่ยทั้งปี 3. ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า หรือค่าปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่จะไหลลงพื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

พื้นที่รับน้ำฝน จะพิจารณาได้จากแผนที่ภูมิประเทศ สำหรับการพิจารณาแหล่งน้ำส่วนใหญ่จะใช้มาตราส่วน 1:50,000 ซึ่งจะมีความต่างระดับของเส้นชั้นความสูง 10 ถึง 20 เมตร แผนที่นี้จะใช้ประกอบเป็นจุดที่ตั้งของโครงการ ขนาดและรูปร่างของโครงการ โดยใช้แนวสันเขาเป็นน้ำ หรือเส้นชั้นความสูงของระดับพื้นที่เป็นตัวกำหนดลักษณะของพื้นที่ที่จะเป็นตัวกำหนดว่าน้ำจะมีทิศทางไหลเป็นอย่างไร จะสามารถกำหนดแนวและระดับของอาคารหัวงาน แนวคลองส่งน้ำชลประทาน และรายละเอียดต่าง ๆ เช่น พื้นที่เพาะปลูก ป่าไม้ หนองน้ำ ถนน และทางรถไฟ เป็นต้น รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างพื้นที่รับน้ำฝนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

พิจารณาความเค้นเฉือน

$$\tau = -\mu \frac{du}{dr}$$

$$\tau = -\frac{r}{2} \frac{d}{dx}(p + \rho gh) \quad (4.10)$$

ที่ตำแหน่ง $r = r_o$ ให้ $\tau = \tau_o$ พิจารณาความดันสูญเสีย Δp ตลอดความยาวของท่อ L ของท่อที่วางตัวในแนวระดับจะได้

$$\Delta p = \frac{2\tau_o L}{r_o^2} \quad (4.11)$$

นิยามสัมประสิทธิ์ความเสียดทานในการไหลในท่อ Friction Factor, f ด้วย

$$f = \frac{\tau_o}{\frac{1}{8}\rho V^2} \quad (4.12)$$

ดังนั้นจะได้ว่า

$$\frac{\Delta p}{\rho g} = h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (4.13)$$

เมื่อ h_f คือเฮดความดันสูญเสีย ในสมการ Bernulli และสมการที่ 4.13 นี้มีชื่อเรียกว่า สมการ Darcy-Weisbach

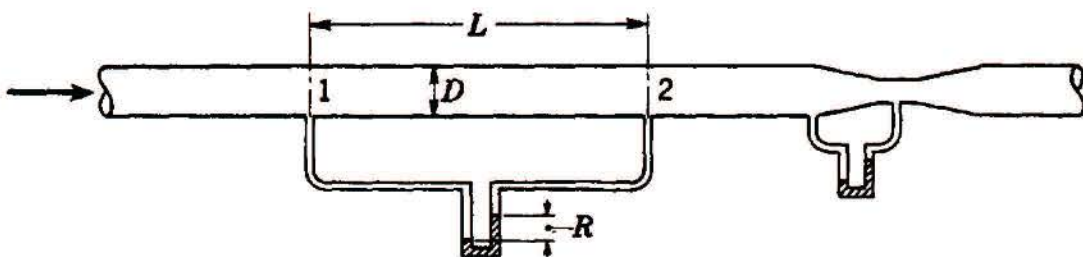
เมื่อรวมสมการ 4.13 กับ 4.8 เข้าด้วยกันจะได้

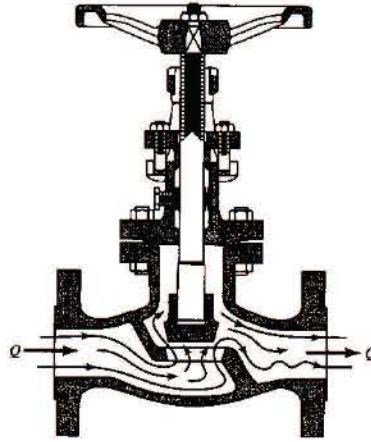
$$f = \frac{64}{Re} \quad (4.14)$$

ซึ่งสมการ 4.14 ใ้ใช้สำหรับคำนวณสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสำหรับการไหลแบบ laminar

4.3 การสูญเสียความดันในการไหลในท่อตรง

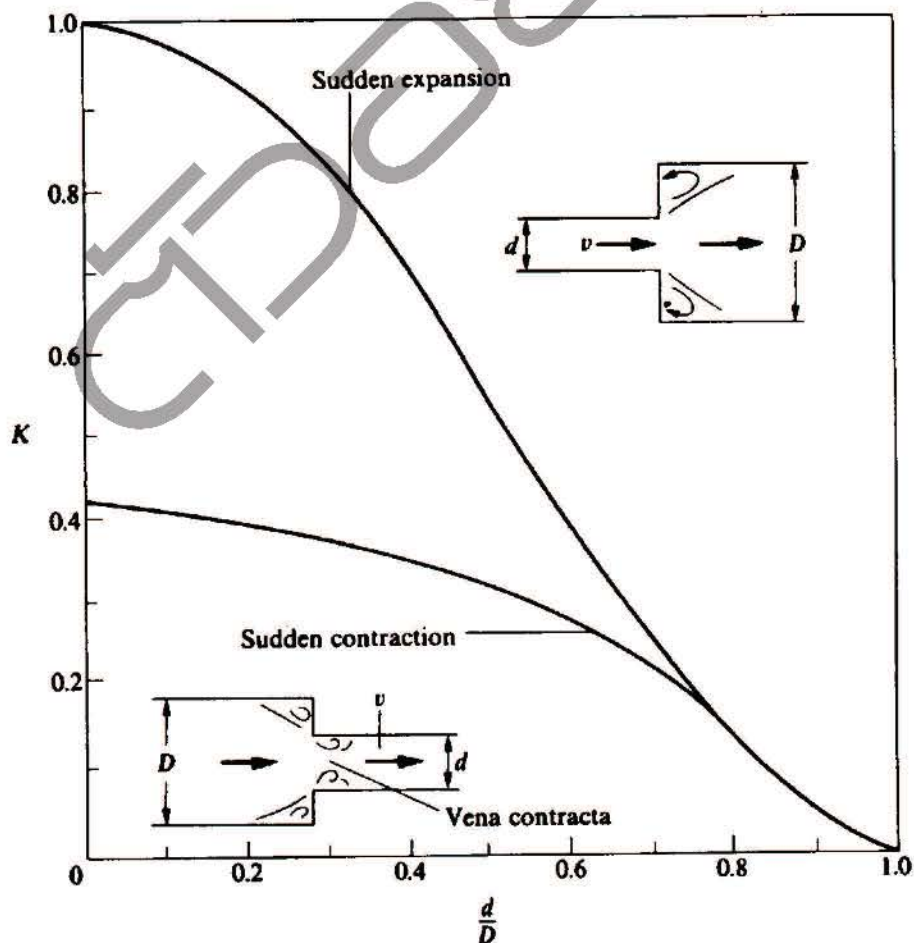
จากหัวข้อที่แล้วพบว่า การสูญเสียความดันในการไหลในท่อขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ที่เรียกว่า Friction Factor, f ซึ่งสามารถหาได้จากการทดลอง โดยมีชุดการทดลองดังรูป





รูปที่ 4.11 ลักษณะของวาล์ว

จากข้อสรุปที่ผ่านมาพบว่า เมื่อของไหลมีการไหลส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบเช่น ข้อต่อ ทางแยก ทางเข้า ซึ่งจะทำให้เกิด h_{Loss} ซึ่งค่า h_{Loss} ดังกล่าวแปรผันตรงกับเทอรัมของความเร็วกกำลังสอง ส่วนด้วยสองเท่าของแรงโน้มถ่วง ตามสมการข้างต้น(เทอรัม K ซึ่งเป็นค่าที่จะเปลี่ยนแปลงตามรูปร่างและลักษณะ ของอุปกรณ์แต่ละชนิด ดังแสดงในรูปที่ 4.11 เป็นกราฟค่าคงที่ของการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดอย่างทันที



17. ข้อใดเป็นอำนาจของอธิบดี เพื่อประโยชน์แก่การชลประทาน
- ปิด กั้น หรือเปิดน้ำในทางน้ำชลประทาน
 - ขุดลอก ซ่อม หรือตัดแปลงแก้ไขทางน้ำชลประทาน
 - ห้าม จำกัด หรือกำหนดเงื่อนไขในการนำเรือ แพ ผ่านทางน้ำชลประทาน
 - ถูกทุกข้อ
18. ใครมีหน้าที่ดูแลรักษาคันคลอง และทางน้ำชลประทานอันอยู่ในเขตท้องที่หรือเขตเทศบาลนั้น
- กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน
 - เทศมนตรีในท้องที่
 - นายช่างชลประทาน
 - ถูกเฉพาะข้อ ก. และ ข้อ ข.
19. ใครมีอำนาจยกเว้นการเก็บค่าชลประทานแก่กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน และเทศมนตรี
- รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
 - อธิบดีกรมชลประทาน
 - สำนักงานตรวจเงินแผ่นดิน
 - สำนักนายกรัฐมนตรี
20. ข้อใดกล่าวถูกต้องในการเก็บค่าชลประทานสำหรับผู้ได้รับการยกเว้นแทนทั้งหมดหรือแต่บางส่วน
- กำนัน และเทศมนตรี คนละ 50 ไร่ ส่วนผู้ใหญ่บ้าน คนละ 25 ไร่
 - กำนัน และเทศมนตรี คนละ 25 ไร่ ส่วนผู้ใหญ่บ้าน คนละ 20 ไร่
 - กำนัน และเทศมนตรี คนละ 15 ไร่ ส่วนผู้ใหญ่บ้าน คนละ 20 ไร่
 - กำนัน และเทศมนตรี คนละ 10 ไร่ ส่วนผู้ใหญ่บ้าน คนละ 5 ไร่
21. ใครมีอำนาจที่จะสั่งเป็นหนังสือให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองที่ดิน เปิดสิ่งกีดขวางน้ำไว้
- เจ้าพนักงานกรมชลประทาน
 - นายอำเภอ
 - ผู้ทำการแทนนายอำเภอ
 - ถูกทุกข้อ
22. ห้ามมิให้ผู้ใดกระทำการอันเป็นการกีดขวางทางน้ำชลประทาน เว้นแต่จะได้รับอนุญาต เป็นหนังสือจากใคร
- อธิบดีกรมชลประทาน
 - รัฐมนตรีรักษาการ
 - นายช่างชลประทาน
 - ไม่มีข้อใดถูก