การสร้างเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิคแรมขนาด 2 นิ้ว

2 - inch Hydraulic Ram Construction

โดย

นายประวิตร แสงห้าว 34128019

นายวสุ อุดมเพทายกุล 34128032

นายอโนตม์ สงวนสินธุกุล 34128050

วัน เดือน ปี 18 ม.ค. 2539

เลขทะเบียน 034193

เลขเรียกหนังสือ T 07090 J4

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การสร้างเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิกแรมขนาด 2 นิ้ว

ผู้จัดทำ

1. นายประวิตร แสงห้าว
2. นายวสุ อุดมเพทายกุล
3. นายอโนตม์ สงวนสินธุกุล

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(นายพิชิต กิตตินนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิคแรมขนาด 2 นิ้ว

โดย นายประวิตร แสงห้าว
นายวสุ อุดมเพทายกุล
นายอโนตม์ สงวนสินธุกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พิชิต กิ่ตตินนท์
อาจารย์ รศ. เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี

บทคัดย่อ

พื้นที่การเกษตรหรือตามเขื่อนต่าง ๆ ที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ แต่ไม่สามารถนำน้ำนั้นไปใช้ได้ เนื่องจากขาดความรู้ทางด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เหมาะสม ตลอดจนสภาพพื้นที่ไม่อำนวย หรือเขื่อนที่มีน้ำทิ้งไปอย่างเสียประโยชน์ ถ้าต้องการนำน้ำตรงนั้นไปใช้ต้องใช้เครื่องสูบน้ำ ปัญหาคือต้องใช้น้ำมันหรือไฟฟ้าในการสูบน้ำ ซึ่งมีราคาแพง เพื่อแก้ปัญหาจึงควรแนะนำให้ใช้เครื่องสูบน้ำไฮโดรลิคแรม

ชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิคแรม คือ ท่อส่งน้ำเข้าแรม, ตัวแรม, หม้อลม, ลิ้นปล่อยน้ำทิ้ง, ลิ้นหม้อลม, ท่อส่งน้ำไปใช้งาน และประตูปิด-เปิด สำหรับวงจรการทำงาน เมื่อลิ้นระบายอยู่ในลักษณะเปิด น้ำในท่อส่งจะเริ่มไหลอย่างช้า ๆ และเร็วขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เกิดแรงดันยกลิ้นระบายน้ำทิ้งปิดอย่างเร็ว น้ำจะไปดันลิ้นหม้อลมให้เปิด หลังจากนั้นลิ้นหม้อลมจะปิดอย่างรวดเร็ว เนื่องจากน้ำหนักของลิ้นและความดันในหม้อลมเอง แรมจะทำงานครบวงจรเช่นนี้สม่ำเสมอไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2 inch Hydraulic Ram Construction

By Mr. Prawit Sanghaw
Mr. Wasu Udompathaikul
Mr. Anoth Sanguansintukul
Advisor Mr. Phichit Kittinon
Associate professor Kreangsak Suwanphosri

ABSTRACT

More agricultural area and dam are rich water but less to used because the water waste from spill of water, very high slope of land and lace if high technology. The problem is pumps are very expensive to pump the water The way to solution is use Hydraulic Ram.

The main parts of Hydraulic Ram are Drive Pipe, Ram body, Air Chamber Impulse Valve, Delivery Valve, Delivery Pipe and Tap. The working cycles start with. When Impulse Valve opens, water flow in to Drive Pipe with low speed and graduately to high speed. Pressure from Kenetic energy of water at high speed pull the Impulse Valve to open and shut suddenly, water move to open the Delivery Valve and shut suddenly due to weight and pressure of Delivery Valve. That is alway cycle of Hydraulic Ram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่อง Hydraulic Ram	2
- ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
- หลักการทำงานของไฮโดรลิกแรม	3
- ประสิทธิภาพของ Hydraulic Ram	6
บทที่ 3 การใช้งาน	7
- การเดินเครื่อง Hydraulic Ram	7
- การติดตั้งเพื่อใช้งาน	8
- การต่อ Ram หลายตัวเข้าด้วยกัน	9
- การวัดปริมาณน้ำที่ส่งเข้า Hydraulic Ram	10
บทที่ 4 ส่วนประกอบของ Hydraulic Ram	16
บทที่ 5 การทดลอง	18
- การทดลองหาปริมาณน้ำที่ได้จากการทำงาน และประสิทธิภาพของ Hydraulic Ram	18
- ผลการทดลอง	19
- วิเคราะห์ผลการทดลอง	20
- สรุปผลการทดลอง	20
- ข้อผิดพลาดในการทดลอง	20
- ข้อสังเกตและเสนอแนะ	21
บทที่ 6 การสำรวจสถานที่เพื่อติดตั้ง Hydraulic Ram ที่ จ. ชุมพร	22
บรรณานุกรม	23
ภาคผนวกรูป	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป		หน้า
รูปที่ 1	รูปร่างของ Hydraulic Ram	25
รูปที่ 2	แสดงวัฏจักรการทำงานของ Hydraulic Ram	26
รูปที่ 3	แสดงรายละเอียดของของ Hydraulic Ram	27
รูปที่ 4	การติดตั้ง Hydraulic Ram กับฝาย	28
รูปที่ 5	การติดตั้ง Hydraulic Ram กับเขื่อน	29
รูปที่ 6	การต่อ Hydraulic Ram หลายตัวเข้าด้วยกัน	30
รูปที่ 7	การวัดปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสามเหลี่ยม	31
รูปที่ 8	การวัดปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	31
รูปที่ 9	การวัดปริมาณน้ำไหลผ่านลำห้วยธรรมชาติ	31
รูปที่ 10	การหาความดันจากการเกิด Water Hammer	32
รูปที่ 11	Impulse Valve แบบบานพับ	32
รูปที่ 12	Impulse Valve แบบใช้สปริง	33
รูปที่ 13	Impulse Valve แบบใช้น้ำหนักถ่วง	34
รูปที่ 14	Impulse Valve แบบใช้น้ำหนักถ่วง	34
รูปที่ 15	Impulse Valve แบบใช้น้ำหนักถ่วงที่สร้างขึ้นมา	35
รูปที่ 16	การประกอบ Air Chamber (ส่วนบน) ทางน้ำออก (ส่วนกลาง) และ Delivery Valve เข้าด้วยกัน (ส่วนล่าง)	35
รูปที่ 17	แสดงให้เห็นการนำ Check Valve มาทำเป็น Delivery Valve	36
รูปที่ 18	แสดงการติดตั้ง Air Valve	36
รูปที่ 19	Air Valve ในสถานะเปิด (น้ำพุ่งออกขณะที่ Valve กำลังจะปิด)	37
รูปที่ 20	Air Valve ในสถานะปิด เมื่อในตัว Ram เกิดความดันสูง	37
รูปที่ 21	การติดตั้ง Hydraulic Ram เพื่อการทดลอง	38
รูปที่ 22	นำถาดรองน้ำมารองใต้ Hydraulic Ram	38
รูปที่ 23	Hydraulic Ram ขณะทำงาน	39
รูปที่ 24	แสดงการครอบ Impulse Valve	39
รูปที่ 25	วัดปริมาณน้ำที่ออกจาก Delivery Pipe	40
รูปที่ 26	วัดปริมาณน้ำที่ออกจาก Impulse Valve	40
รูปที่ 27	อุปกรณ์เพิ่มความสูงของระยะชัก (ด้านซ้าย) และอุปกรณ์เพิ่มน้ำหนัก (ด้านขวา)	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
รูปที่ 28	แสดงการต่อความสูงและเพิ่มน้ำหนัก	41
รูปที่ 29	ทางน้ำล้นของอ่างเก็บน้ำที่สำนักศึกษาและวิจัย ชุมพร	42
รูปที่ 30	เมื่อน้ำล้นออกมาจะไหลไปตามทางน้ำที่ขุดไว้ลงสู่ทะเล	42
รูปที่ 31	ภาพตัดขวางของทางน้ำล้น	43
รูปที่ 32	การติดตั้ง Hydraulic Ram กับทางน้ำล้น	44
รูปที่ 33	บริเวณบ่อลูกรังที่กำลังจะสร้างอ่างเก็บน้ำ	45
รูปที่ 34	บริเวณบ่อลูกรังที่กำลังจะสร้างอ่างเก็บน้ำ	45
รูปที่ 35 - 38	คณะสำรวจพื้นที่ และขณะทำการสำรวจ	46 - 47
รูปที่ 39	ลักษณะการติดตั้ง Hydraulic Ram ที่บ่อลูกรัง	48
รูปที่ 40	บริเวณทางน้ำที่บริเวณต้นซ่าน (BM 3)	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องสูบน้ำพลังน้ำ (Hydraulic Ram) มีชื่อเรียกกันมากมาย เช่น เครื่องสูบน้ำไร้เครื่อง เครื่องสูบน้ำนิจนิรันดร เครื่องตะบันน้ำ วอเตอร์แรม

Hydraulic Ram เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหนึ่งที่ทำงานในตัวเองได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งใช้พลังงานจากน้ำผลักดันอุปกรณ์ และส่วนประกอบให้ทำงานสามารถสูบน้ำจากที่ต่ำไปที่สูงได้ 10 ถึง 15 เท่าของระดับความสูงของน้ำที่ส่งเข้า Hydraulic Ram ปริมาณน้ำที่สูบได้จะมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากการใช้ผลักดันให้ Hydraulic Ram ทำงาน น้ำส่วนหนึ่งจะถูกยกขึ้นไปใช้งานและอีกประมาณ 6 ถึง 10 ส่วนจะถูกทิ้งไป ปริมาณน้ำดังกล่าวจะได้มากน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ Hydraulic Ram

Hydraulic Ram ได้ถูกประดิษฐ์ออกใช้งานที่ประเทศอังกฤษเมื่อปี ค.ศ. 1772 และที่ญี่ปุ่นเมื่อปี ค.ศ. 1756 หรือประมาณ สองร้อยกว่าปีมาแล้ว แต่ไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากจะต้องมีสภาพภูมิประเทศที่สามารถติดตั้งได้ ทำให้งานรณรงค์ส่งเสริมเป็นไปได้ยาก และที่สำคัญคือประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งการจะออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูง จะมีราคาที่สูงด้วย

สภาพภูมิประเทศของประเทศเราในหลายพื้นที่ มีสภาพที่เหมาะสมที่จะใช้ Hydraulic Ram ได้ เช่นตามฝาย ตามหุบเขาต่าง ๆ อีกทั้งสภาพทางเศรษฐกิจของชนบทไทยก็จัดได้ว่าต่ำ ซึ่ง Hydraulic Ram สามารถช่วยประหยัดค่าไฟฟ้า และค่าน้ำมันได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงควรมีการออกแบบสร้าง Hydraulic Ram ที่มีประสิทธิภาพสูง และราคาถูก ใช้วัสดุที่หาได้ง่ายสามารถผลิตและพัฒนาได้ด้วยตนเอง

ข้อดีของ Hydraulic Ram	ข้อเสียของ Hydraulic Ram
1. ค่าบำรุงรักษาต่ำ	1. เสียน้ำทิ้งจำนวนมาก
2. ไม่มีปัญหาท่างด้านระบบหล่อลื่น	2. เกิดเสียงดังในขณะใช้งาน
3. ไม่ต้องการพลังงานไฟฟ้า พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง พลังงานจากคนสัตว์ แต่ใช้พลังงานจากน้ำ	3. มีประสิทธิภาพไม่สูงนัก
4. สามารถยกน้ำได้สูง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่อง Hydraulic Ram

1. เพื่อสามารถสร้างเครื่องสูบน้ำ Hydraulic Ram ได้
2. สามารถซ่อมบำรุงหรือแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องสูบน้ำ Hydraulic Ram ได้
3. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเป็นลิตรต่อนาที, ลูกบาศก์เมตร/วัน
4. สามารถส่งเสริมหรือให้คำแนะนำแก่เกษตรกรหรือผู้สนใจ
5. สามารถที่จะติดตั้ง Hydraulic Ram ในสถานที่จริงได้

ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้าง Hydraulic Ram ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้วัสดุที่หาง่าย และราคาถูก
2. สามารถเผยแพร่ให้กับผู้ที่สนใจ สามารถนำไปผลิตใช้เองได้ง่าย และเป็นที่นิยมมากยิ่งขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎี

หลักการทำงานของไฮโดรลิกแรม

ไฮโดรลิกแรมหรือตะบันน้ำเป็นปั๊มน้ำที่ทำงานโดยอาศัยแรงกระแทกของน้ำในท่อที่ถูกให้หยุดไหลอย่างกะทันหัน(Water Hammer) รูปร่างของไฮโดรลิกแรมแสดงไว้ดังรูป 1

การทำงานของไฮโดรลิกแรมเริ่มต้นโดยน้ำไหลจากแหล่งน้ำ ผ่านท่อส่ง(Drive Pipe) และไหลออกทางวาล์วระบายน้ำทิ้ง (Impulse Valve) ถ้าความเร็วของการไหลผ่านวาล์วดังกล่าวสูงพอความเร็วและแรงดันน้ำจะทำให้วาล์วปิด การปิดนี้จะเกิดขึ้นเร็วมาก ทำให้น้ำซึ่งกำลังไหลมาตามท่อกระแทกกับผนังท่อในบริเวณนั้นและทำให้ความดันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดแรงกระแทกเรียกว่า Water Hammer ทำให้วาล์วจ่ายน้ำ(Delivery Valve) เปิดให้น้ำไหลเข้าไปและไหลผ่านท่อส่งไปสู่ถังเก็บน้ำ โดยมีหม้อลม(Air Chamber) เป็นตัวควบคุมความดัน เมื่อน้ำไหลเข้าไปในถังลมแล้วความดันก็จะลดลงพร้อมกันนั้นแรงกระแทกของน้ำ(Water Hammer)ก็จะสะท้อนกลับวาล์วจ่ายน้ำปิดและวาล์วควบคุมความเร็ว(Impulse Valve) ตกลงตามเดิม น้ำจะไหลผ่านใหม่อีกครั้งและจะเวียนเป็นวงจรอยู่อย่างนี้ตลอดไป

บางท่านอาจจะเข้าใจว่า Impulse Valve จะปิดได้ด้วย Static Head อันที่จริงแล้ว ลำพังความดันจาก Static Head ไม่สามารถทำให้ Impulse Valve ปิดได้ การที่ Impulse Valve ปิดได้เนื่องมาจาก Dynamic Preassure ที่เกิดจากความเร็วของการไหลของน้ำ ในทางตรงกันข้าม Impulse Valve จะเปิดได้เนื่องจาก ความดันของน้ำ ในตัวแรม น้อยกว่า 1 บรรยากาศ นั่นคือ ในขณะที่ Delivery Valve กำลังจะปิด จะเกิดสูญญากาศขึ้นภายในตัวแรม จากความจริงอันนี้ จึงถือโอกาสติดตั้ง Air Valve ที่ตัวแรม เพื่อช่วยเติมอากาศเข้าไปใน Air Chamber เป็นการชดเชยอากาศที่ละลายปะปนไปกับน้ำ ในขณะจ่ายน้ำขึ้นไปใช้งาน ช่วยให้ Hydraulic Ram ทำงานได้ดีขึ้น เพราะหากไม่มีอากาศสะสมอยู่ภายใน Air Chamber เมื่อใด หรือมีน้ำอัดอยู่เต็ม Air Chamber เมื่อนั้น Hydraulic Ram จะหยุดทำงาน

จากรูป 2 วัฏจักรการทำงานของ Hydraulic Ram

ช่วงเวลาที่ 1: หลังจากจบ cycle ของ ram ซึ่งเกิดขึ้นก่อนหน้านี้ ความเร็วของน้ำที่ผ่านเข้าแรมเริ่มเพิ่มขึ้นเมื่อผ่าน Inpulse Valve ที่เปิดอยู่ ความดันในแรมจะติดลบเล็กน้อย

ช่วงเวลาที่ 2: อัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผ่าน Impulse Valve ที่เปิดอยู่

ช่วงเวลาที่ 3: ความเร็วของน้ำเพิ่มขึ้นถึงความเร็วสูงสุด ซึ่งสามารถยก Impulse ได้ ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มก่อตัวขึ้นภายใน Ram และในที่สุด Impulse Valve ก็จะปิด

ช่วงเวลาที่ 4: เมื่อ Impulse Valve ปิดสนิท เป็นเหตุให้เกิด Water Hammer น้ำบางส่วนถูกส่งผ่าน Delivery Valve ความเร็วของของไหลที่ผ่านแรมลดลงอย่างรวดเร็ว

ช่วงเวลาที่ 5: แรงกระแทกของน้ำย้อนกลับไปทางท่อที่ส่งน้ำ ทำให้ Delivery Valveปิด แต่ก่อนจะปิดก็มีน้ำบางส่วนไหลย้อนกลับลงไป เป็นเหตุให้เกิดสูญญากาศ (ความดันย้อนกลับ)ขึ้นในแรมเล็กน้อย Impulse Valve ก็จะเปิดด้วยแรงดูดนี้กับน้ำหนักของตัวมันเอง น้ำเริ่มไหลผ่าน Impulse Valve อีกครั้ง และ cycle ของแรมก็เริ่มต้นขึ้นใหม่อีกครั้ง

นอกจากนี้ยังมี กฎเกณฑ์กำหนดไว้ สำหรับ Impulse Valve อีกดังนี้คือ

1. ระยะเวลาการเปิดของ Impulse Valve จะเพิ่มขึ้น หากน้ำหนักของ Impulse Valve มาก และระยะขึ้นลง(Stoke)ของ Impulse Valve กว้าง
2. ระยะเวลาที่ Impulse Valve จะเปิดเต็มที่ขึ้นอยู่กับ ความเร็วของการไหลของน้ำ ที่เกิดขึ้นใน Drive Pipe
4. หากตัวแรมหรือ Drive Pipe ใหญ่โตพอเพียง ย่อมจะทำให้ Impulse Valve ปิดได้เร็ว

การทำให้ Impulse Valve ปิดเปิดเร็ว สามารถกระทำได้ดังนี้

1. เพิ่มน้ำหนักของ Impulse Valve
2. เพิ่มอัตราส่วนระหว่างความยาวของ Drive Pipe ต่อความสูงของระดับน้ำ เข้า Hydraulic Ram = l/h

   l = ความยาวของ Drive Pipe

   h = ความสูงของระดับน้ำเข้า Hydraulic Ram วัดจากช่องระบาย ของ Impulse Valve ถึงระดับน้ำที่จะส่งเข้า Hydraulic Ram

อัตราส่วน l/h สามารถเพิ่มขึ้นอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ กล่าวคืออาจจะเพิ่มความยาวของ Drive Pipe ให้มากขึ้น แต่ให้ความสูงคงที่ หรือจะลดความสูงโดยให้ความยาวของ Drive Pipe คงที่

ระยะเวลาในระหว่างที่ Impulse Valve ยังปิดอยู่จะยาวนาน ถ้าระยะห่างระหว่าง เบาะ Impulse Valve กับ Air Chamber อยู่ใกล้กัน และระยะเวลาการปิดจะสั้นลง หากลดความสูงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำที่จะส่งไปใช้งาน แต่หากเพิ่มความสูงของระดับน้ำ ที่จะส่งขึ้นไปใช้งาน ย่อมทำให้ Impulse Valve ปิดเร็วขึ้น ก่อให้เกิดการสะท้อนของคลื่นความดันเร็วไป

ถึงแม้ว่าในขบวนการสูบน้ำของไฮโดรลิกแรมต้องมีการสูญเสียน้ำผ่านImpulse Valve เป็นจำนวนมาก แต่ก็มีข้อดีหลายอย่างด้วยกัน คือ

1. ใช้พลังงานจากแหล่งน้ำที่มีอยู่แล้ว ไม่ต้องการพลังงานเพิ่มเติมจากแหล่งอื่นอีกและไม่มีค่าใช้จ่ายประจำในการเดินเครื่องเหมือนปั๊มชนิดอื่นๆ

2. มีชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่และมีการสึกหรอได้เพียงสองชิ้น คือ Impulse Valve และ Delivery Valve ทั้งสองชิ้นราคาถูกและซ่อมแซมได้ง่าย

3. ถ้ามีการปรับจังหวะการปิดเปิดของวาล์วควบคุมความเร็วได้พอเหมาะจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงเกือบตลอดช่วงอัตราการไหล

4. สามารถประกอบขึ้นได้จากอุปกรณ์ท่อที่มีขายอยู่แล้วตามท้องตลาด และไม่ต้องการเครื่องมือเพื่อประกอบมากนัก แบบขยายของปั๊มแบบนี้แสดงไว้ในรูป 3

สำหรับข้อเสียของปั๊มแบบนี้นอกเหนือจากมีการสูญเสียน้ำผ่านวาล์วควบคุมความเร็วเป็นจำนวนมากแล้ว (อัตราส่วนระหว่างปริมาตรที่สูญเสียต่อปริมาตรที่สูบได้จะอยู่ระหว่าง 6:1 ถึง 2:1 ขึ้นอยู่กับเฮดของแหล่งน้ำและความสูงของระดับน้ำที่ต้องส่ง) ในขณะที่ปั๊มกำลังทำงานจะมีเสียงดังอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของ Hydraulic Ram

ความสามารถในการสูบน้ำของ Hydraulic Ram ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในการผลักดัน การสูญเสียในด้านความฝืดของน้ำใน Drive Pipe การที่ Impulse Valve เปิดกว้างเกินไป ย่อมทำให้สูญเสียน้ำทิ้งมาก เช่นกัน เพื่อที่จะลดการสูญเสียดังกล่าวขั้นต้น ควรปรับน้ำหนักของ Impulse Valve ตลอดจนระยะการปิดเปิดให้ถูกต้อง ไม่ช้าเกินไปหรือเร็วเกินไป กล่าวคือ จะต้องทดลองดูว่า ตำแหน่งใดที่ปรับระยะปิดเปิดของ Impulse Valve แล้ว จะได้ปริมาณน้ำมาก ความสามารถในการที่จะยกน้ำได้สูงย่อมควรเลือกจุดนั้น ดังจะเห็นได้ว่า ถ้าปรับระยะปิดเปิดของ Impulse Valve ให้แคบ จะลดความสามารถในการยกน้ำ เพราะความดันของน้ำที่เกิดขึ้นในห้องลิ้นจะไม่สูงมากนัก ถ้าปรับระยะปิดเปิดของ Impulse Valve ให้กว้างขึ้น ย่อมเพิ่มระยะเวลาการเปิด เพิ่มความดันของน้ำในห้องลิ้น เพิ่มความสามารถในการยกระดับน้ำให้สูงขึ้น แต่ย่อมเสียน้ำเป็นปริมาณมาก ประสิทธิภาพของ Hydraulic Ram จะดี หากสามารถยกระดับน้ำได้สูง แต่เสียปริมาณน้ำน้อย แต่ถ้าเพิ่มความสามารถในการยกระดับน้ำให้สูงขึ้น ปริมาณน้ำย่อมสูญเสียมากตามไปด้วย ประสิทธิภาพย่อมไม่สูงนัก

การที่จะให้ประสิทธิภาพของ Hydraulic Ram ดีนั้น ต้องปฏิบัติดังนี้

1. จะต้องให้ Impulse Valve และ Delivery Valve ปิดสนิทกับเบาะลิ้นไม่มีการรั่ว
2. จะต้องให้ก้าน Impulse Valve มีความคล่องตัวกับบุ๊ชก้านลิ้น ไม่ฝืดและขึ้นลงได้สะดวก
3. ตะแกรงกันสวะปิดหน้าท่อส่งน้ำจะต้องมีระยะห่างพอสมควร ป้องกันไม่ให้เศษหญ้าเศษไม้และอื่น ๆ เข้าไปในท่อส่งน้ำได้
4. Air Chamber จะต้องไม่มีการรั่วซึม
5. Air Valve จะต้องไม่มีการรั่วซึม
6. การต่อ Drive Pipe เข้า Hydraulic Ram จะต้องปฏิบัติตามอัตราส่วนของ l/h โดยไม่ให้มีการรั่วซึม
7. ปะเก็นเหล็กระหว่างรอยต่อต่าง ๆ จะต้องไม่รั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การใช้งาน

การเดินเครื่อง Hydraulic Ram

1. เปิดประตูน้ำส่งน้ำเข้า Ram ให้เต็มที่

2. กด Impulse Valve ให้เปิดทิ้งไว้ประมาณ 3 - 5 นาที เพื่อไล่อากาศใน Drive Pipe และตัว Ram ออกให้หมด มิฉะนั้นจะทำงานไม่ได้

3. เมื่อเห็นว่าอากาศใน Drive Pipe หมดแล้ว ให้ปล่อย Impulse Valve แล้วหลังจากนั้น Ram ก็จะทำงานเองโดยอัตโนมัติ สามารถสูบน้ำไปใช้งานได้

4. ขณะ Ram ทำงานให้ฟังเสียงว่าดังแน่นดีแล้ว ย่อมเป็นการถูกต้อง

5. ให้ทดลองปรับแต่งระยะชัก และ น้ำหนักของ Impulse Valve ให้ได้จุดที่เหมาะสม ที่ได้ปริมาณน้ำมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งเพื่อใช้งาน

แสดงดังรูปที่ 4 และ 5 ซึ่งสามารถพลิกแพลงไปได้ตามลักษณะสถานที่และภูมิประเทศ สิ่งที่จะต้องปฏิบัติในการติดตั้ง คือ

1. Drive Pipe (ท่อส่งน้ำเข้า) จะต้องใช้ท่อเหล็ก ซึ่งควรมีความยาวท่อเป็น 3 เท่าของความสูง จะให้ประสิทธิภาพที่ดี

2. ที่ปากทางเข้า Drive Pipe ควรติดตะแกรงกันสวะ

3. Delivery Pipe (ท่อจ่ายน้ำ) ควรใช้ท่อเหล็ก หรือ PVC ที่สามารถทนความดันของน้ำที่จะนำไปใช้งานได้

4. ฐานรองรับเครื่อง จะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอ

5. ประตูน้ำที่ติดตั้งที่ Drive Pipe เพื่อส่งน้ำเข้าเครื่องจะต้องใช้ Gate Valve และจะต้องใส่จาระบีที่ประเก็นคอประตูน้ำ

6. ข้อต่อต่าง ๆ ไม่ควรให้มีการรั่วซึม

7. ควรติดตั้ง Check Valve (วาล์วกันกลับ) ที่ทางออกของ Ram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การต่อ Ram หลายตัวเข้าด้วยกัน</u>

Ram ที่มีขนาดใหญ่ย่อมสามารถที่จะสูบน้ำได้ปริมาณที่มากกว่า Ram ขนาดเล็ก แต่ถ้าเราใช้ Ram หลาย ๆ ตัว นำมาต่อขนานกันก็จะทำให้ได้ปริมาณน้ำที่มากขึ้นเช่นกัน (ดังรูปที่ 6)

ลักษณะการต่อโดยใช้ Delively Pipe ร่วมกัน แต่จะต้องติดตั้ง Check Valve (วาล์วกันกลับ) ที่ทางออกของ Ram ทุกตัว เพื่อป้องกันการรบกวนการทำงานของ Ram ตัวอื่น เพราะ Ram แต่ละตัวทำงานไม่พร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034793

การวัดปริมาณน้ำที่ส่งเข้า Hydraulic Ram

ก่อนที่จะเลือกใช้ Hydraulic Ram ขนาดเท่าใด จำนวน Hydraulic Ram กี่เครื่องนั้น จำเป็นจะต้องวัดปริมณน้ำที่ไหลผ่านแหล่งน้ำ แม่น้ำและลำห้วยธรรมชาติเสียก่อน เมื่อทราบปริมาณน้ำที่ไหลผ่านลำห้วยธรรมชาติหรือแหล่งน้ำ แล้วจึงเลือกขนาดของ Hydraulic Ram การวัดปริมาณน้ำในลำห้วยแบบง่าย ๆ ย่อมกระทำได้อยู่ 3 วิธี คือ

1. วัดปริมาณน้ำไหลผ่านแผ่นฝายรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7 โดยใช้แผ่นเหล็กตัดเป็นรูปแล้วแต่งขอบเหล็กที่บริเวณน้ำที่จะไหลผ่านให้คมเหมือนมีดเอาด้านคมไว้ทางเหนือน้ำ บังคับน้ำให้ไหลผ่านแผ่นฝาย แล้ววัดความสูงของน้ำระยะ H_1 ได้เท่าใด ให้อ่านปริมาณน้ำที่ตาราง 1 วิธีนี้จะวัดปริมาณน้ำได้ไม่มากนัก

ตัวอย่าง เช่น เมื่อวัดความสูง H_1 ของปริมาณน้ำไหลผ่านแผ่นฝายรูปสามเหลี่ยมมุมฉากดังรูปที่ 7 ได้ 10 เซนติเมตร ให้เปิดตารางที่ 1 ปริมาณน้ำที่ Head = 10 เซนติเมตรจะได้ปริมาณน้ำไหลผ่านแผ่นฝาย 4.36 ลิตร / วินาที

2. วัดปริมาณน้ำให้ไหลผ่านแผ่นฝายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังแสดงไว้ในรูป 8 ใช้แผ่นเหล็กตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่งขอบเหล็กส่วนที่น้ำจะไหลผ่านให้เคมหมือนมีด นำส่วนที่คมไว้ด้านเหนือน้ำ ทำความยาวของสันฝาย L ให้ได้มาตรฐานตามตาราง 2 ซึ่งจะมีตั้งแต่ 0.25 - 6.0 เมตร บังคับให้น้ำไหลผ่านแผ่นฝายแล้ววัดความสูงของน้ำระยะ H_2 และ L ให้อ่านปริมาณน้ำที่ตารางที่ 2

ตัวอย่าง เช่น เมื่อวัดความสูง H_2 ได้ 10 ซม. วัด L ได้ 1.00 เมตร จะได้ปริมาณน้ำจากตารางที่ 2 58.8 ลิตร / วินาที

3. วัดปริมาณอัตราการไหลจากความเร็วเฉลี่ยของน้ำในลำธาร และพื้นที่หน้าตัดของลำธารนั้น ๆ ตามรูปที่ 9

อัตราการไหล (Q , ปริมาณน้ำ / นาที) = ความเร็ว (V) X พื้นที่หน้าตัด(A)

การหาพื้นที่หน้าตัด

1. วัดความกว้างของลำธาร
2. แบ่งความกว้างออกเป็นของเล็ก ๆ
3. วัดความลึกจากผิวน้ำ ถึงพื้นลำธารในแต่ละช่อง

วาดรูปหน้าตัดลำธาร และลงระยะคำนวนหาพื้นที่หน้าตัด ซึ่งเป็นพื้นที่หน้าตัดโดยเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความเร็วของน้ำ

1. ปักหลักไม้ 2 อัน ที่กลางลำธารหรือจะใช้ไม้วางพาดตามความกว้างแทนการปักหลักก็ได้

2. ใช้วัตถุเบา ๆ ชิ้นเล็ก ซึ่งลอยน้ำได้เช่น กิ่งไม้แห้งลอยกลางลำธาร ให้ลอยผ่านหลักไม้ที่ปักเอาไว้ทั้ง 2 อัน แล้วจับเวลาที่กิ่งไม้แห้งนั้นลอยจากหลักไม้ที่ 1 ถึงหลักไม้ที่ 2 หลายครั้ง เพื่อคำนวนหาความเฉลี่ย ของน้ำในลำธาร

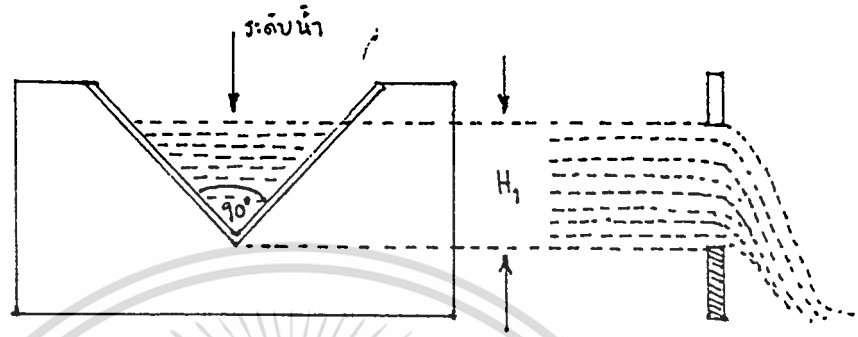
เมื่อรู้พื้นที่หน้าตัด และความเร็วเฉลี่ยของการไหลของน้ำ ย่อมจะทราบปริมาณน้ำที่ไหลในลำธารได้

ตัวอย่าง เช่น วัดพื้นที่หน้าตัดโดยเฉลี่ยได้ 2 ตารางเมตร วัดความเร็วเฉลี่ยการไหลของน้ำได้ 1 เมตร / นาที

ปริมาณน้ำที่ไหลในลำธาร = 1 X 2 = 2 ลูกบาศก์เมตร / นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1 ตารางแสดงการวัดปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



Head H_1 ซม.	ปริมาณน้ำ ลิตร ต่อวินาที	Head H_1 ซม.	ปริมาณน้ำ ลิตร ต่อวินาที	Head H_1 ซม.	ปริมาณน้ำ ลิตร ต่อวินาที
1.0	0.014	15.5	13.1	30.0	68.0
1.5	0.038	16.0	14.1	30.5	70.9
2.0	0.078	16.5	15.3	31.0	73.8
2.5	0.136	17.0	16.4	31.5	76.9
3.0	0.215	17.5	17.7	32.0	79.9
3.5	0.316	18.0	18.9	32.5	83.1
4.0	0.441	18.5	20.3	33.0	86.4
4.5	0.592	19.0	21.7	33.5	89.7
5.0	0.731	19.5	23.2	34.0	93.0
5.5	0.977	20.0	24.7	34.5	96.5
6.0	1.21	20.5	26.2	35.0	100
6.5	1.49	21.0	27.9	35.5	104
7.0	1.79	21.5	29.5	36.0	107
7.5	2.11	22.0	31.3	36.5	111
8.0	2.49	22.5	33.1	37.0	115
8.5	2.90	23.0	35.1	37.5	117

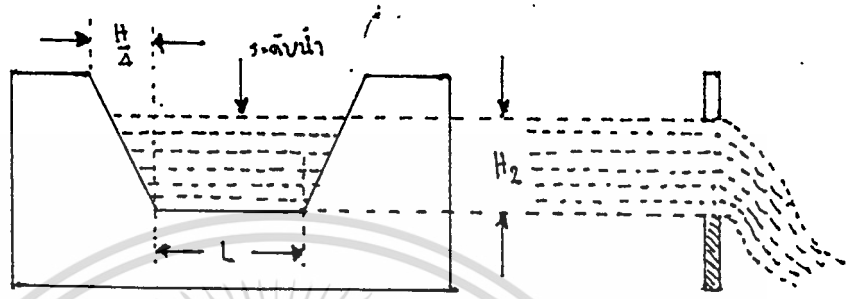
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1 (ต่อ) แสดงการวัดปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Head H_1 ซม.	ปริมาณน้ำ ลิตร ต่อวินาที	Head H_1 ซม.	ปริมาณน้ำ ลิตร ต่อวินาที	Head H_1 ซม.	ปริมาณน้ำ ลิตร ต่อวินาที
9.0	3.34	23.5	37.0	38.0	123
9.5	3.85	24.0	38.9	38.5	127
10.0	4.36	24.5	41.0	39.0	131
10.5	4.92	25.0	43.1	39.5	135
11.0	5.54	25.5	45.3	40.0	140
11.5	6.20	26.0	47.6	40.5	144
12.0	6.91	26.5	49.9	41.0	148
12.5	7.65	27.0	52.3	41.5	153
13.0	8.41	27.5	54.8	42.0	158
13.5	9.27	28.0	57.3	42.5	163
14.0	10.2	28.5	59.9	43.0	167
14.5	11.0	29.0	62.5	43.5	172
15.0	12.0	29.5	65.3	44.0	177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2 แสดงปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู



Head H_2 ซม.	ความยาวของสันฝาย L, เมตร									
	0.25	0.50	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
	ปริมาณน้ำ, ลิตร / วินาที									
1	0.5	0.9	1.4	1.9	2.8	3.7	5.6	7.4	9.3	11.2
2	1.3	2.6	3.9	5.3	7.9	10.1	15.8	21.0	26.3	31.6
3	2.4	4.8	7.2	9.7	14.5	19.3	29.0	38.7	48.3	58.0
4	3.7	7.4	11.2	14.0	22.3	29.8	44.6	59.5	74.4	89.3
5	5.2	10.4	15.6	20.8	31.2	41.6	62.4	83.2	104	125
6	6.8	13.7	20.5	27.3	41.0	54.7	82.0	109	137	164
7	8.6	17.2	25.8	34.4	51.7	68.9	103	138	172	207
8	10.5	21.0	31.6	42.1	63.1	84.2	126	168	210	252
9	12.6	25.1	37.7	50.2	75.3	100	151	201	251	301
10	14.7	29.4	44.1	58.8	88.2	118	176	235	294	353
11	17.0	33.9	50.9	67.8	102	136	204	271	339	407
12	19.3	38.7	58.0	77.3	116	155	232	309	387	464

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2 (ต่อ) ตารางแสดงการวัดปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

Head	ความยาวของสันฝาย L, เมตร									
H_2	0.25	0.50	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
ซม.	ปริมาณน้ำ, ลิตร / วินาที									
13	21.8	43.6	65.4	87.2	131	174	262	349	436	523
14	24.4	48.7	73.1	97.4	146	195	292	390	487	585
15	27.0	54.1	81.1	108	162	216	324	432	540	649
16	29.8	59.5	89.2	119	178	238	357	476	595	714
17	32.6	65.2	97.8	130	196	261	391	522	652	782
18	35.5	71.0	107	142	213	284	426	568	710	852
19	38.5	77.0	116	154	231	308	462	616	770	924
20	41.6	83.2	125	166	250	333	499	666	832	998
21	44.8	89.5	134	179	268	358	537	716	895	1074
22	48.0	96.0	144	192	288	384	576	768	960	1152
23	51.3	103	154	205	308	410	616	821	1026	1231
24	54.7	109	164	219	328	437	656	875	1094	1312
25	58.0	116	174	232	349	465	698	930	1162	1395
26	61.6	123	185	247	370	493	740	986	1233	1480
27	65.2	131	196	261	392	522	783	1044	1305	1566
28	68.9	138	207	276	414	551	827	1103	1378	1654
29	72.6	145	218	291	436	581	872	1162	1452	1743
30	76.4	153	229	306	458	611	917	1222	1528	1834

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ส่วนประกอบของ Hydraulic Ram

1. Drive Pipe (ท่อส่งน้ำ)

จะต้องใช้ท่อเหล็ก จึงจะทำให้เกิดความดันจาก Water Hammer ความดันที่ได้ แสดงดังรูปที่ 10

และควรมีความยาวท่อเป็น 3 เท่า ของความสูง เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดี

2. Impulse Valve (วาล์วทิ้งน้ำ)

เป็นวาล์วซึ่งปกติจะเปิด และจะปิดเมื่อความดันของน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นจนสามารถเอาชนะน้ำหนัก หรือ แรงกดของ Impulse Valve ได้

Impulse Valve มีหลายรูปแบบ ทั้งแบบบานพับ (รูปที่ 11) แบบใช้สปริง (รูปที่ 12) และแบบที่เราใช้ คือ แบบน้ำหนักถ่วง (รูปที่ 13,14 และ 15)

3. Ram Body (ตัวแรม)

ในที่นี้ใช้ข้อต่อ 3 ทาง (รูปตัว T) ขนาด 2 นิ้ว ทำเป็นตัว Ram เนื่องจากความสะดวก ด้านหนึ่งต่อน้ำเข้าจาก Drive Pipe อีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับ Impulse Valve และด้านสุดท้ายต่อเข้ากับ Air Valve และ Air Chamber เพื่อใช้งาน

4. Air Chamber (หม้อลม)

มีหน้าที่ช่วยเก็บความดันลม เพื่อให้การทำงานของ Ram เป็นจังหวะต่อเนื่องกัน ซึ่งถ้าไม่มี Air Chamber หรือ Air Chamber เต็มไปด้วยน้ำ จะส่งผลให้ Ram หยุดทำงาน และอาจเกิดความเสียหายเนื่องจาก Water Hammer

ในที่นี้ใช้ท่อขนาด 2 นิ้ว ยาว 1 เมตร ปิดปลายด้านบนด้วยฝาครอบท่อ และไม่ให้มีการรั่วซึม ทำเป็น Air Chamber แสดงดังรูปที่ 16

5. Delivery Valve (วาล์วจ่ายน้ำ)

เป็นลิ้นปิดเปิด เพื่อส่งน้ำเข้าไปใน Air Chamber โดยจะเปิดเมื่อความดันในตัว Ram สูง และจะปิดเมื่อความดันต่ำลง และยังเป็นตัวคอยป้องกันการไหลกลับของน้ำด้วย ดังนั้นจึงใช้ Check Valve ทำหน้าที่อันนี้ ดังรูปที่ 16 และ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Air Valve (วาล์วเพิ่มอากาศ)

เนื่องจากน้ำใน Ram มีการไหลแบบ Turbulent ซึ่งเร็ว รุนแรง และปั่นป่วนมาก ทำให้อากาศบางส่วนละลายปะปนไปกับน้ำ ส่งผลให้ระดับน้ำสูงขึ้นเรื่อย ๆ

จึงต้องมีการติดตั้ง Air Valve เพื่อเพิ่มอากาศให้กับ Air Chamber โดยอาศัยแรงดันย้อนกลับขณะที่ Delevery Valve กำลังจะปิดทำให้เกิดสูญญากาศเล็กน้อยใน ตัว Ram Air Valve ก็จะเปิดและดูดเอาอากาศเข้ามา และเมื่อ delivery Valve เปิดอีกครั้ง อากาศก็จะผ่านขึ้นไปเก็บใน Air Chamber (ดูรูปที่ 18,19 และ 20)

7. Delivary Pipe (**ท่อจ่ายน้ำ**)

เป็นท่อจ่ายน้ำไปใช้งาน ควรใช้ท่อเหล็ก หรือท่อ PVC ที่สามารถทนความดันของน้ำที่จะนำไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดลอง

การทดลองหา ปริมาณน้ำที่ได้จากการทำงาน และประสิทธิภาพ ของ Hydraulic Ram

1. ติดตั้งเครื่อง Hydraulic Ram ดังรูปที่ 21 โดย head ที่ส่งเข้า Drive Pipe (h) สูง 2 เมตร และ Delivery Pipe ซึ่งเป็นท่อ PVC ยาว 4 เมตร ทำให้ head ของน้ำที่ส่งไปใช้งานเป็น H
2. นำเอาถาดรองน้ำมารองตัว Ram เพื่อรองรับน้ำที่ออกจาก Impulse Valve ดังรูปที่ 22
3. เดินเครื่องให้ Hydraulic Ram ทำงาน ดังรูปที่ 23
4. ครอบ Impulse Valve ด้วยที่ครอบ เพื่อให้น้ำที่ออกจาก Impulse Valve ตกลงสู่ถาดรองน้ำ ดังรูปที่ 24
5. วัดอัตราการไหลของน้ำ 2 จุด คือ
   - น้ำที่ออกจาก Delivery Pipe (รูปที่ 25)
   - น้ำที่ออกจาก Impulse Valve (รูปที่ 26)
6. เปลี่ยนน้ำหนักถ่วง และระยะชักของ Impulse Valve ตามตารางผลการทดลอง โดยอุปกรณ์ในรูปที่ 27 นำมาประกอบเพิ่มเติมดังรูปที่ 28
6. คำนวนหาประสิทธิภาพจาก Efficiency = qH / (Q + q)h

   q = ปริมาณน้ำที่สูบได้, ลิตร/วินาที

   Q = ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการขับดัน, ลิตร/วินาที

   H = ความสูงของน้ำที่ส่งไปใช้งาน วัดจากระดับผิวน้ำที่จะส่งเข้า Hydraulic Ram ถึงระดับปากท่อ Delivery Pipe, เมตร

   h = ความสูงของระดับน้ำที่ส่งเข้า Hydraulic Ram วัดจากระดับช่องระบายน้ำของ Impulse Valve ถึงระดับผิวน้ำที่ส่งเข้า Hydraulic Ram, เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ครั้งที่	ระยะชักของ Impulse Valve (mm.)	น้ำหนักของ Impulse Valve (grams)	ปริมาณน้ำที่ออกจาก Delivery Pipe (ลิตร / นาที)	ปริมาณน้ำที่ออกจาก Impulse Valve (ลิตร / นาที)	ประสิทธิภาพ Efficiency (%)
1	35	167.5	4.2	88.0	9.11
2	35	214.5	4.0	90.5	8.47
3	35	245.5	3.5	92.5	7.29
4	25	167.5	4.0	51.2	14.49
5	25	214.5	3.5	54.0	12.17
6	25	245.5	3.2	54.0	11.18
7	15	167.5	3.7	35.2	19.02
8	15	214.5	3.0	35.7	15.5
9	15	245.5	3.2	40.0	14.82
10	10	167.5	2.2	15.5	24.86
11	10	214.5	2.5	18.0	24.39
12	10	245.5	1.7	24.0	13.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1. จากผลการทดลองพบว่า ถ้าระยะชักของ Impulse Valve มากจะส่งน้ำได้มาก แต่น้ำทิ้งก็มาก ทำให้ประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากระยะชักที่กว้าง จะทำให้รูน้ำทิ้งกว้าง แต่ถ้าระยะชักของ Impulse Valve น้อย จะส่งน้ำได้น้อย แต่น้ำทิ้งก็น้อย ทำให้ประสิทธิภาพสูง เนื่องจาก ระยะที่แคบจะทำให้รูทิ้งน้ำแคบ
2. จากการทดลองพบว่า ถ้าน้ำหนักกดลงที่ Impulse Valve มาก เวลาที่ Impulse Valve เปิดอยู่ก็จะนาน เนื่องจากจะต้องใช้ความเร็วน้ำที่มาก เพื่อจะได้มีแรงยกน้ำหนักที่มากได้ ส่งผลให้แรงดัน Water Hammer สูง แต่ไม่ได้หมายความว่า จะได้ปริมาณน้ำใช้งานมาก เนื่องจากเวลาที่ทิ้งน้ำที่มากทำให้ปริมาณน้ำทิ้งมาก
   นอกจากนี้น้ำหนักที่มากจะทำให้ช่วงเวลาที่ปิดเปิดอยู่สั้น เพราะน้ำหนักพยายามที่จะกดลง ส่งผลให้เวลาในช่วงส่งน้ำน้อย จึงส่งน้ำขึ้นไปได้ไม่เต็มที่

สรุปผลการทดลอง

1. ถ้าระยะชักสั้นลง ประสิทธิภาพจะสูงขึ้น แต่ว่าปริมาณน้ำที่ส่งขึ้นไปทาง Delivery Pipe จะลดลง
2. ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของ Impulse Valve กับปริมาณน้ำที่ได้ทาง Delivery Pipe มีหลายปัจจัย จึงต้องอาศัยการปรับแต่งหาจุดที่ให้น้ำมากที่สุด
3. ประสิทธิภาพของเครื่องอยู่ระหว่าง 7.29 % ถึง 24.86 %

ข้อผิดพลาดในการทดลอง

1. วัดปริมาณน้ำทิ้งทาง Impulse Valve ได้ยาก เนื่องจากน้ำมีแรงดัน และมีปริมาณมาก มีความผิดพลาดตรงจุดนี้มาก
2. ความสูญเสียภายในข้อต่อ และท่อมีมาก
3. การออกแบบ และการสร้างไม่ดีพอ ทำให้ไม่ได้ประสิทธิภาพตามที่ต้องการ
   - Impulse Valve เล็กเกินไป
   - ลิ้นของ Impulse Valve รั่ว
   - ตัว Ram เล็กเกินไป ควรสร้างให้ตัวใหญ่กว่านี้ แบะผนังหนา ๆ เพื่อให้เกิดแรงดันของ Water Hammer ที่มาก
   - Air Chamber เล็กเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตและเสนอแนะ

1. จุดที่เราต้องการติดตั้ง Hydraulic Ram ถ้าอัตราการไหลของน้ำที่มาก และมี Head สูง พอสมควรแล้ว ควรที่จะปรับเครื่องให้สามารถ ส่งน้ำขึ้นให้มากที่สุด มากกว่าที่จะเลือกเอาประสิทธิภาพสูงสุด (น้ำทิ้งน้อยประสิทธิภาพก็น้อย)
2. การที่จะคำนวนค่าต่าง ๆ ที่แน่นอน เป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ง่าย เพราะ ตัว Ram มีการเปลี่ยนแปลงความดันภายในอย่างรุนแรง และรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา จึงทำได้เพียง การปรับแต่งในระหว่างการสร้าง แล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลเก่า ของผู้ที่เคยทำการศึกษาทดลองเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การสำรวจสถานที่เพื่อติดตั้ง Hydraulic Ram ที่ จ.ชุมพร

สถานที่แรก อ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำ เป็นที่ซึ่งเหมาะสมกับการติดตั้ง Hydraulic Ram มากเนื่องจากอ่างเก็บน้ำจะมีทางน้ำล้น (ดูรูปที่ 29 และ 30)

ทางน้ำล้น เป็นทางที่ใช้ระบายน้ำที่เกินระดับแล้วปล่อยลงสู่ทะเล ลักษณะของทางน้ำล้นดูได้จากรูปที่ 31

เราจะใช้น้ำส่วนที่ทิ้งออกสู่ทะเล ซึ่งไม่สามารถใช้ประโยชน์อะไรได้มาใช้กับ Hydraulic Ram

การติดตั้ง Hydraulic Ram ที่จุดนี้สามารถทำได้ง่าย เนื่องจากมี Supply Head อยู่แล้ว เราเพียงเข้าไปติดตั้ง Hydraulic Ram และสร้างถังเก็บน้ำ ซึ่งใช้เป็น Supply Source ที่ต้องสร้างถังเก็บน้ำเพื่อให้ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า Hydraulic Ram เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

ลักษณะการติดตั้ง Hydraulic Ram ดูรูปที่ 32

สถานที่สอง บริเวณบ่อลูกรัง

บริเวณบ่อลูกรังนี้จะมีการสร้างถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดของถังเก็บน้ำ 200 x 100 เมตร ลึก 2 เมตร ซึ่งถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นมานี้จะเก็บน้ำเพื่อไปใช้ในไร่กล้วย ไร่ฟักทอง ไร่ปาล์ม ไร่ยาง ในบริเวณนั้น (บริเวณบ่อลูกรัง ดูรูปที่ 33 และ 34)

ที่จุดนี้เราได้เข้าไปสำรวจ ขนาดอ่างเก็บน้ำและบริเวณที่จะสร้างอ่างเก็บน้ำ (ดูรูปที่ 35,36,37 และ 38)

ลักษณะการติดตั้ง Hydraulic Ram ที่จุดนี้ (บ่อลูกรัง) จะทำได้ยาก เนื่องจากไม่มี Supply Head แต่ก็มีวิธีที่จะติดตั้ง Hydraulic Ram ได้ก็คือ ต้องขุดหลุมให้ลึกลงไปประมาณ 3 - 4 เมตร เพื่อให้มี Supply Head (ดูรูปที่ 39)

สถานที่สาม บริเวณต้นข่าน (จุด BM 3)

ที่จุดนี้จะมีทางน้ำไหลเอื่อย ๆ อยู่ ซึ่งไม่เหมาะกับการติดตั้ง Hydraulic Ram แต่ที่บริเวณนี้จะมีโครงการทำอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ขึ้นมา ถ้ามีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ขึ้นมา เราก็สามารถติดตั้ง Hydraulic Ram ได้ที่ทางน้ำล้นเหมือนสถานที่แรก แต่โครงการนี้คาดว่าจะเสร็จในปี 2539 (บริเวณทางน้ำดูรูปที่ 40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. บรรจง วรรฐนะพงษ์. ๒๕๒๒. การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องสูบน้ำพลังน้ำ (Hydraulic Ram) สำนักงานชลประทานที่ ๒. (โรเนียว)

2. ประสิทธิ์ ประทีปะวนิช. มีน้ำใช้โดยไม่ต้องเสียค่าไฟและน้ำมัน ไฮโดรลิกแรม. กองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ. (โรเนียว)

3. Pair, Claude H. 1969. Hydraulics of Sprinkler Systems. Washington. USA.

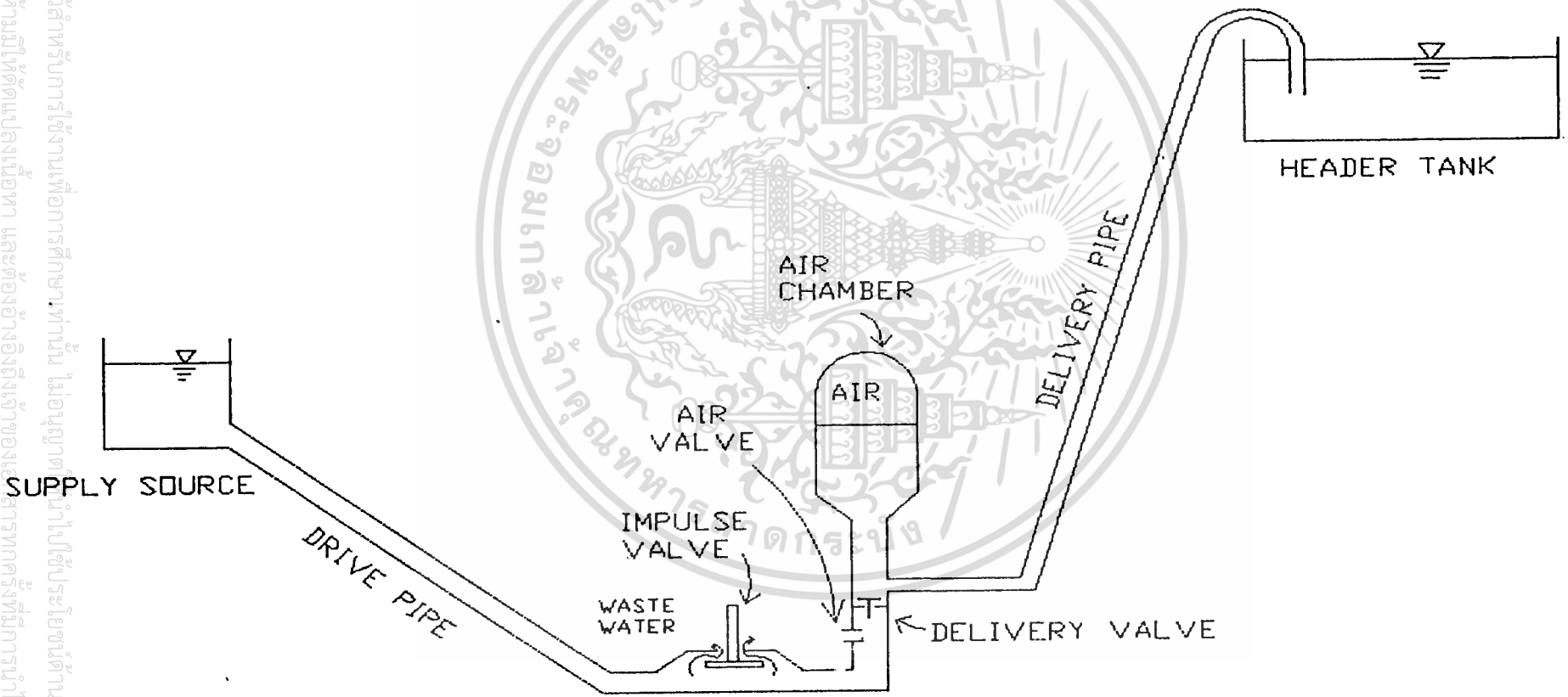
4. Watt, S.B. 1975. A manual on the Hydraulic Ram for pumping Water. Nottingham. The Russel press limitted. USA.

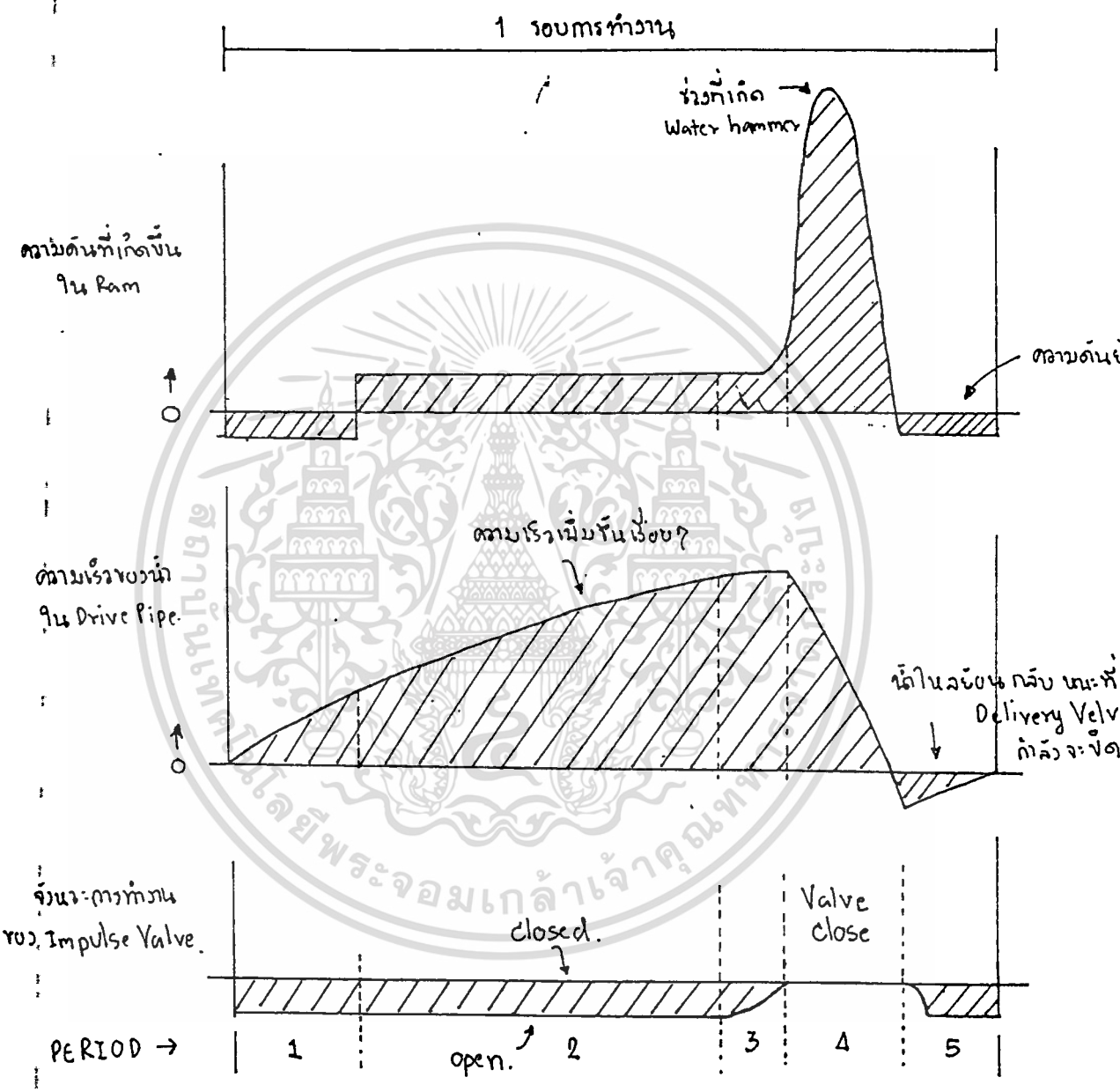
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

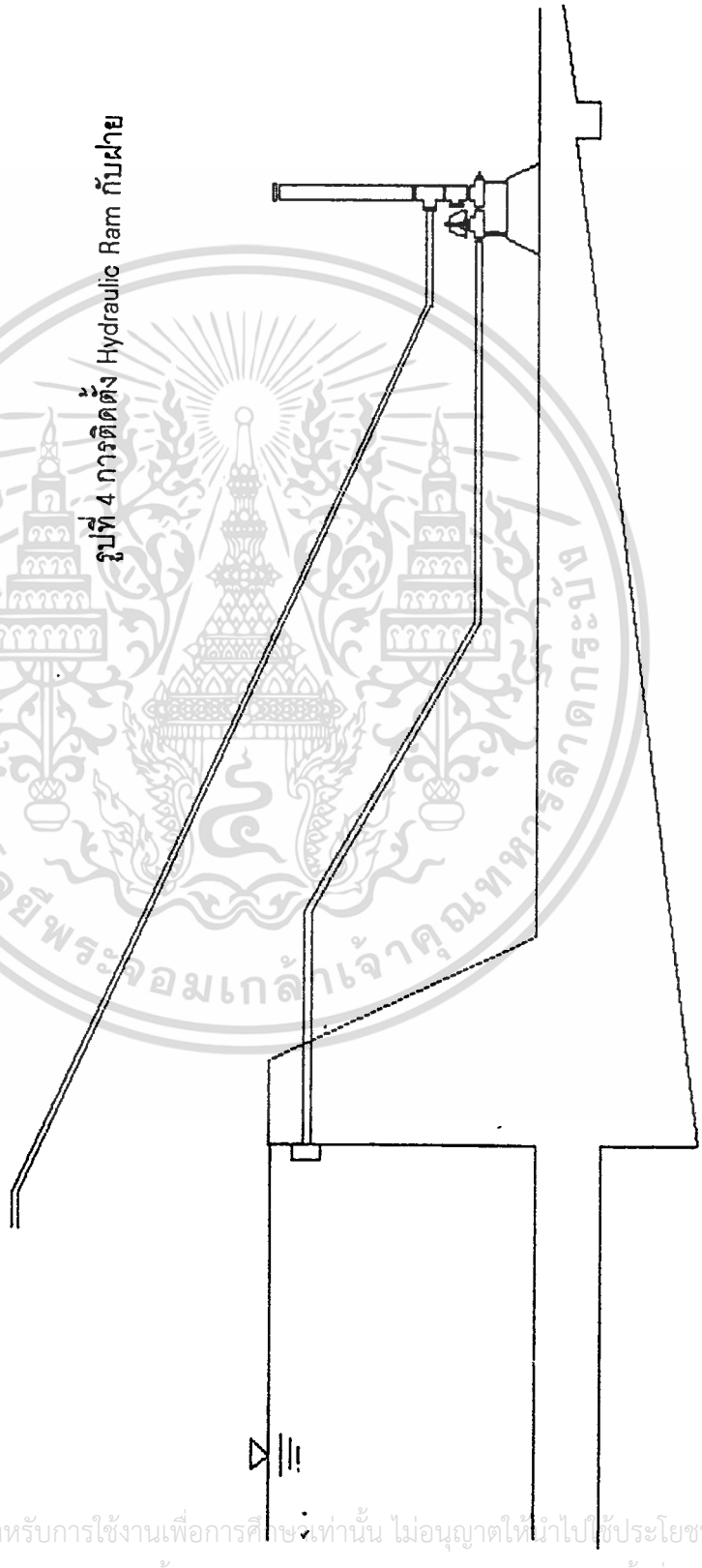
รูปที่ 1 รูปร่างของ Hydraulic Ram





รูปที่ 2 แสดงวัฏจักรการทำงานของ Hydraulic Ram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

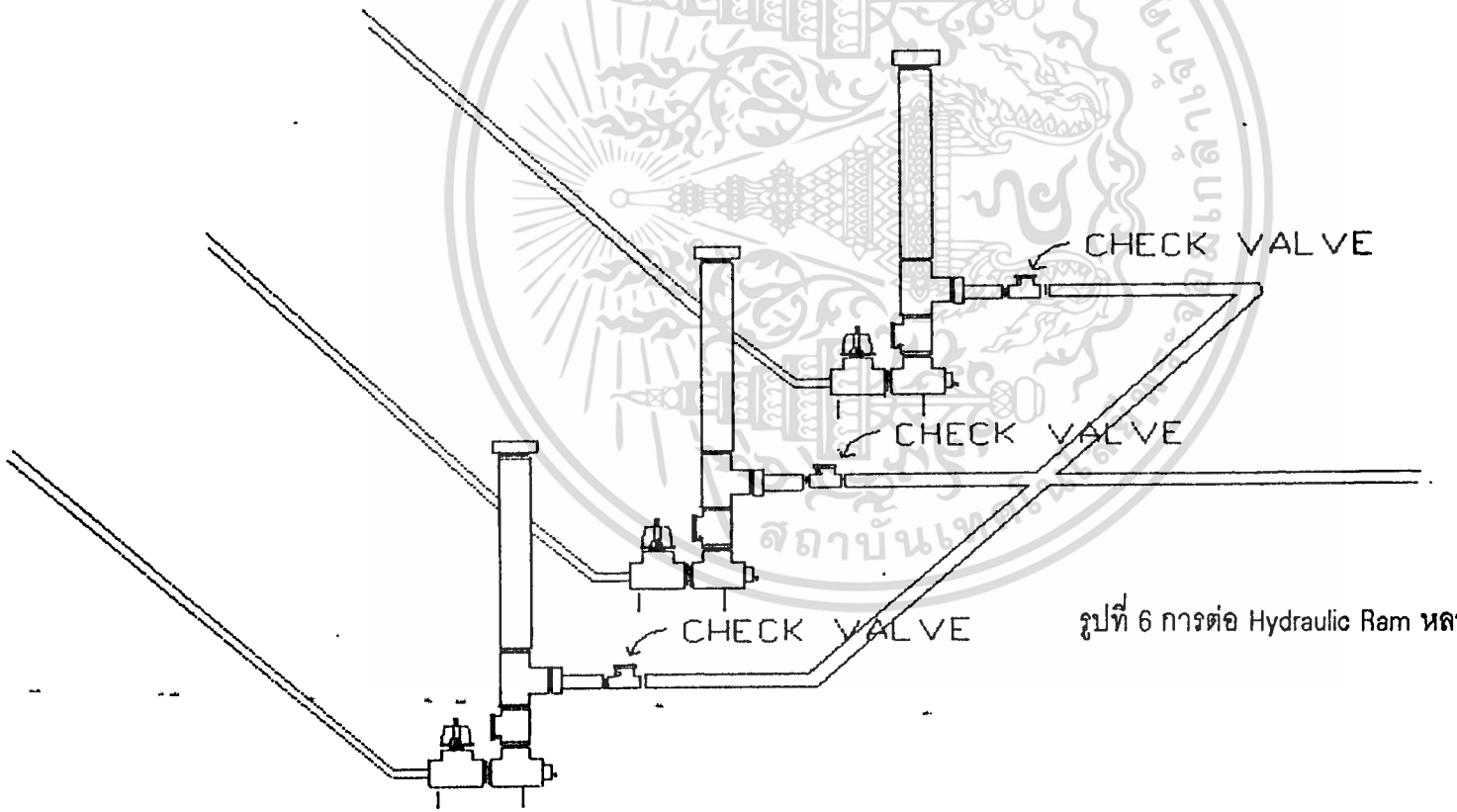


รูปที่ 4 การติดตั้ง Hydraulic Ram กันฝาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

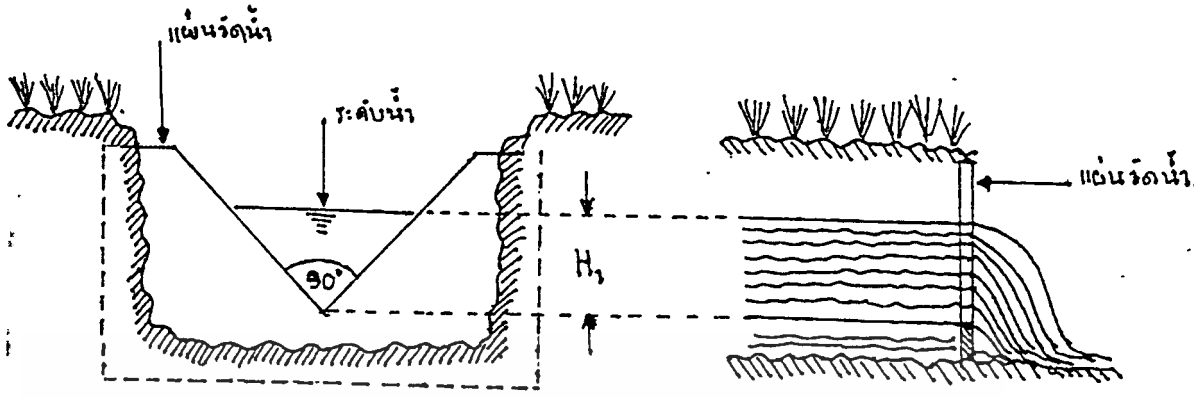
รูปที่ 5 การติดตั้ง Hydraulic Ram ก้นเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

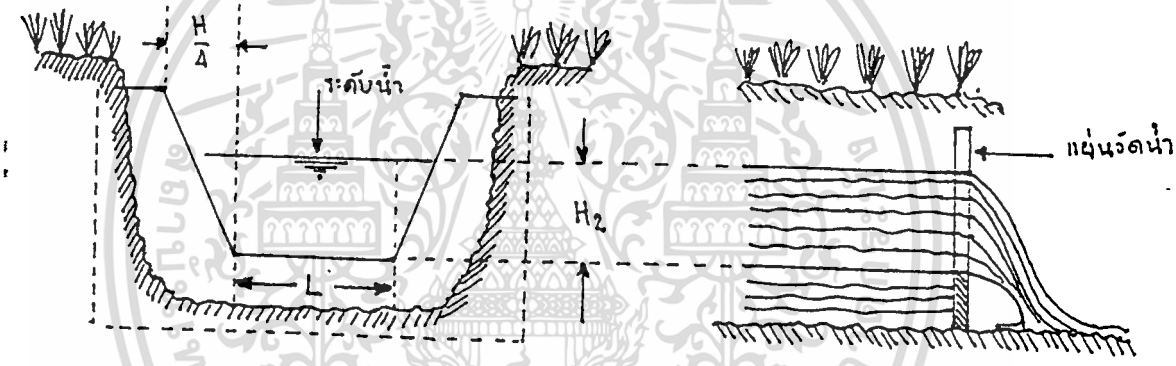


รูปที่ 6 การต่อ Hydraulic Ram **หลายตัวเข้าด้วยกัน**

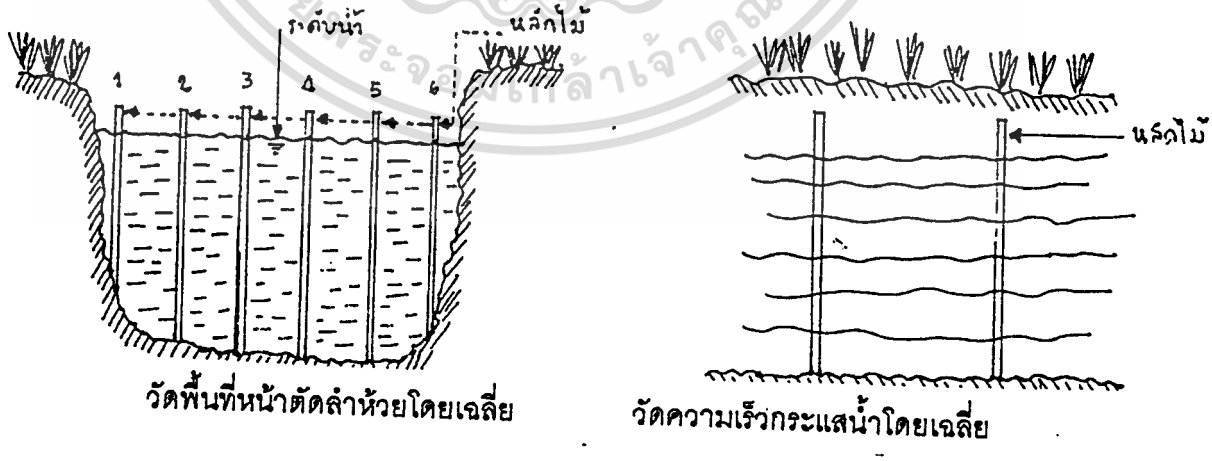
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 การวัดปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสามเหลี่ยม

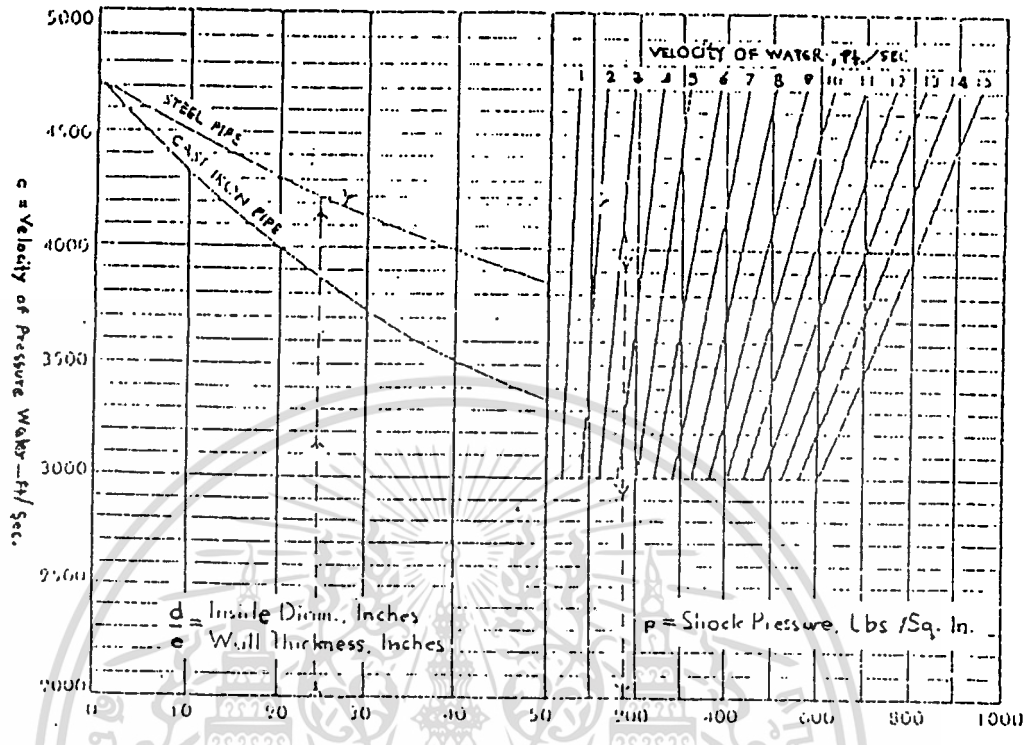


รูปที่ 8 การวัดปริมาณน้ำผ่านฝายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

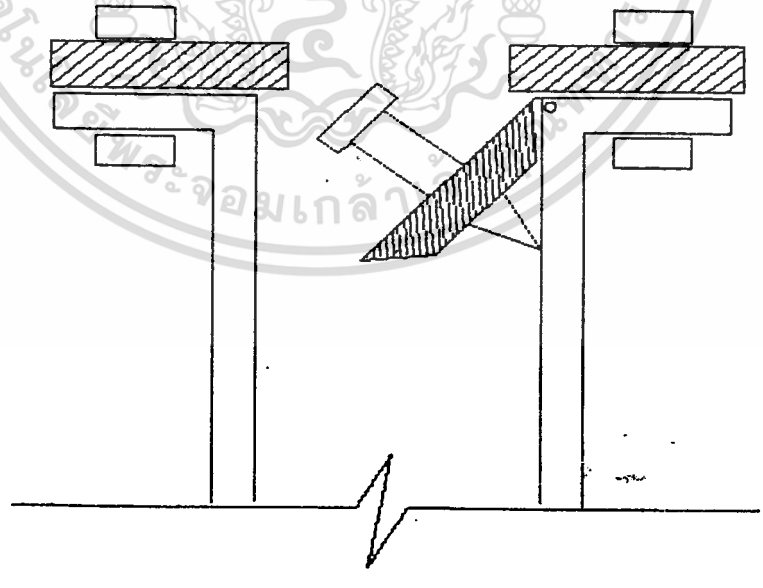


รูปที่ 9 การวัดปริมาณน้ำไหลผ่านลำห้วยธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

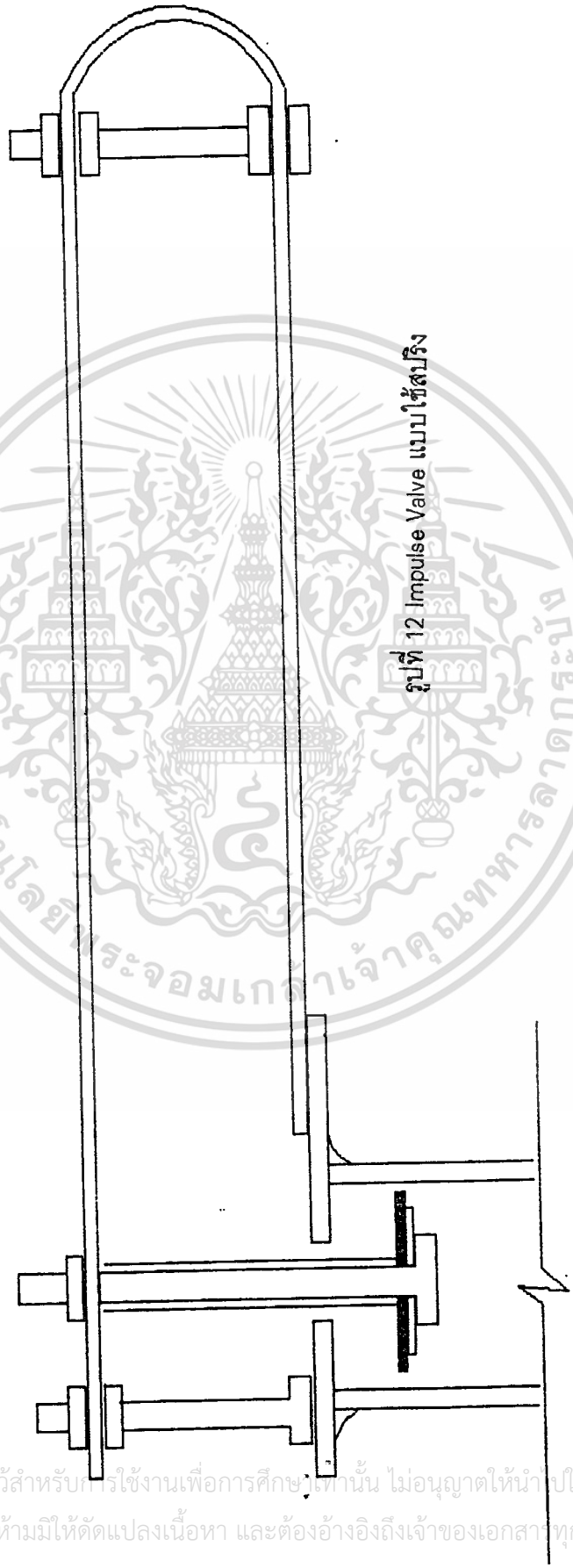


รูปที่ 10 การหาความดันจากการเกิด Water Hammer



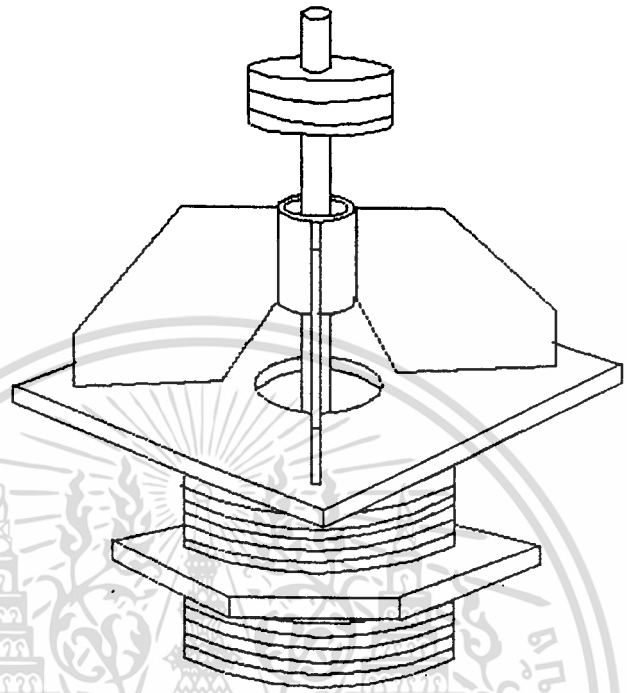
รูปที่ 11 Impulse Valve แบบบานพับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

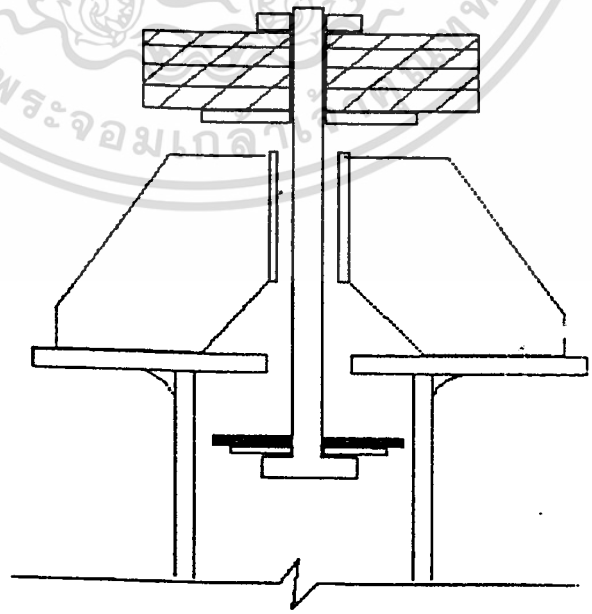


ภาพที่ 12 Impulse Valve แบบใช้สปริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

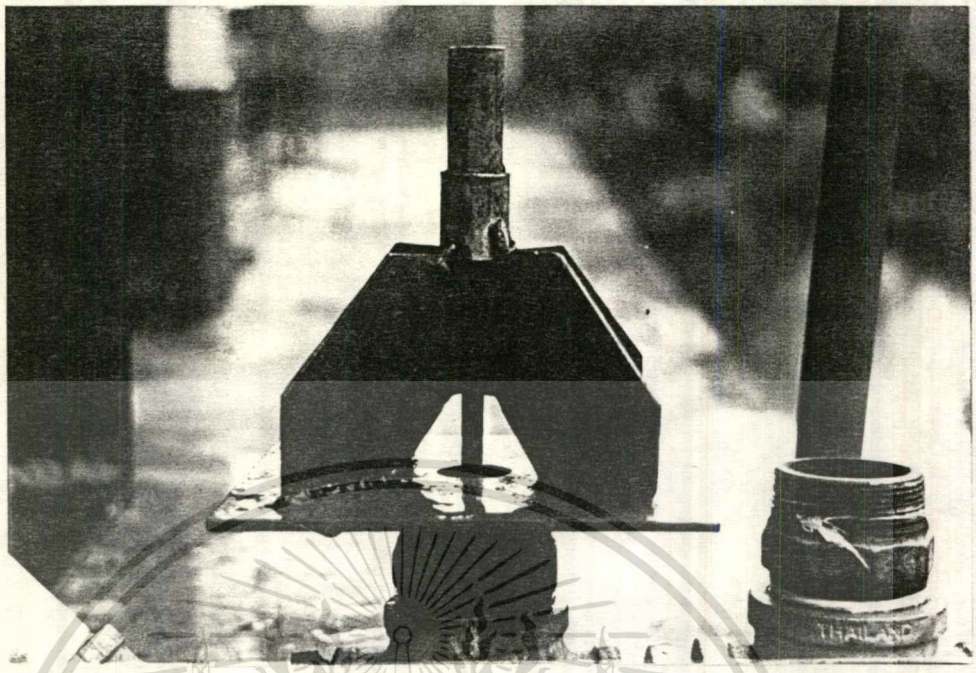


รูปที่ 13 Impulse Valve แบบใช้น้ำหนักถ่วง

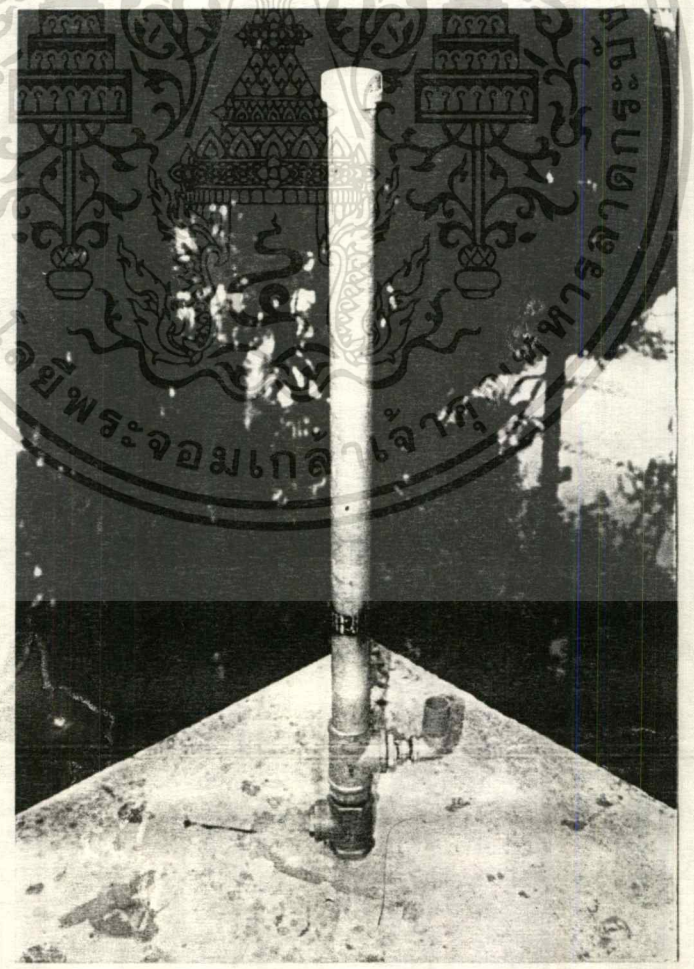


รูปที่ 14 Impulse Valve แบบใช้น้ำหนักถ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

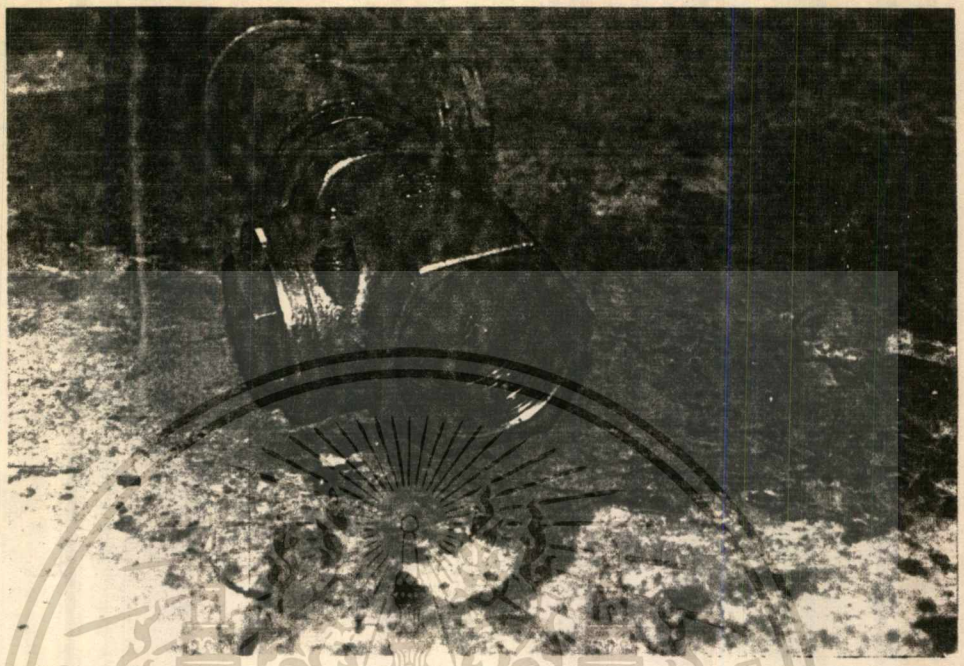


รูปที่ 15 Impulse Valve แบบใช้น้ำหนักถ่วงที่สร้างขึ้นมา

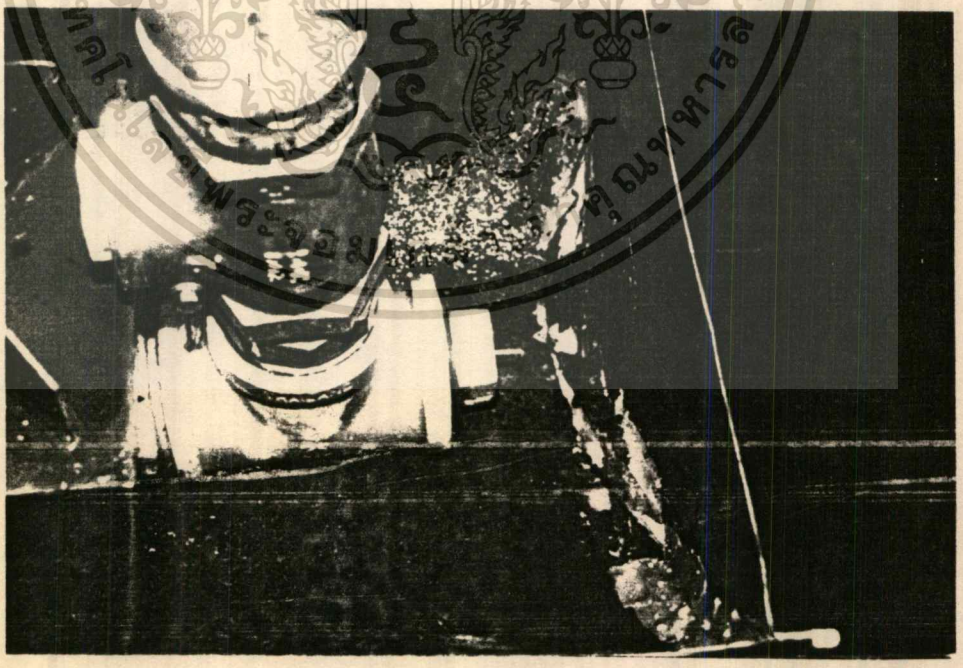


รูปที่ 16 การประกอบ Air Chamber (ส่วนบน) ทางน้ำออก (ส่วนกลาง) และ Delivery Valve เข้าด้วยกัน (ส่วนล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

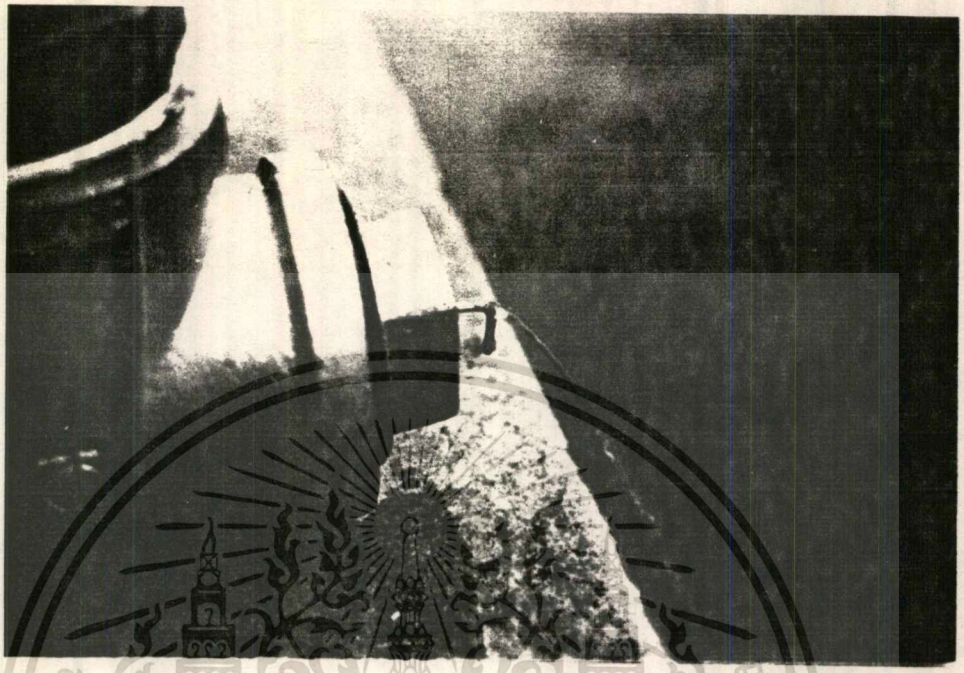


รูปที่ 17 แสดงให้เห็นการนำ Check Valve มาทำเป็น Delivery Valve



รูปที่ 18 แสดงการติดตั้ง Air Valve

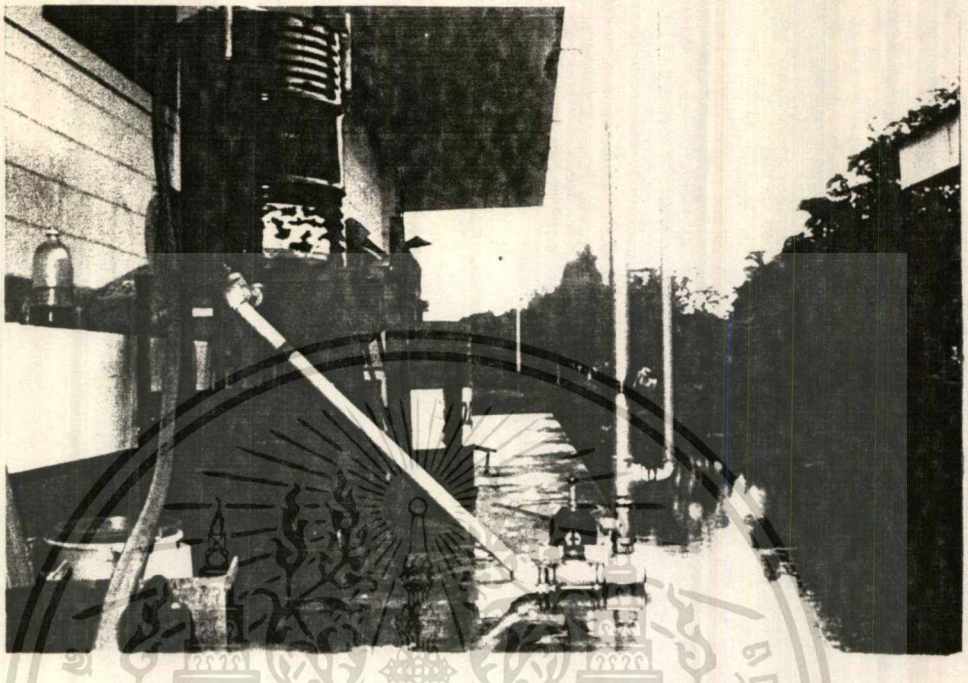
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



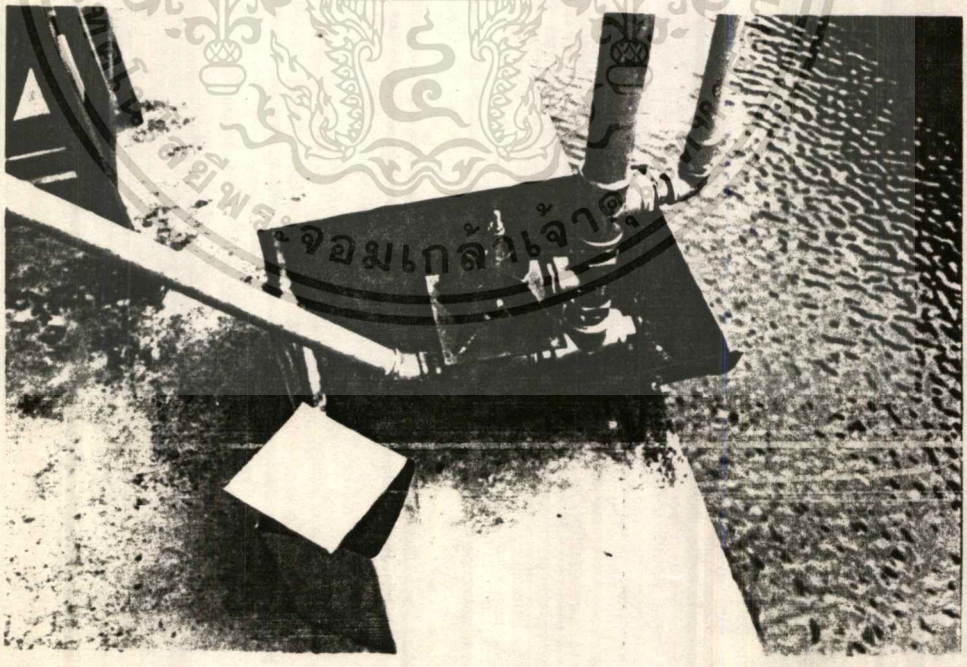
รูปที่ 19 Air Valve ในสถานะเปิด (น้ำพุ่งออกขณะที่ Valve กำลังจะปิด)

รูปที่ 20 Air Valve ในสถานะปิด เมื่อในตัว Ram เกิดความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

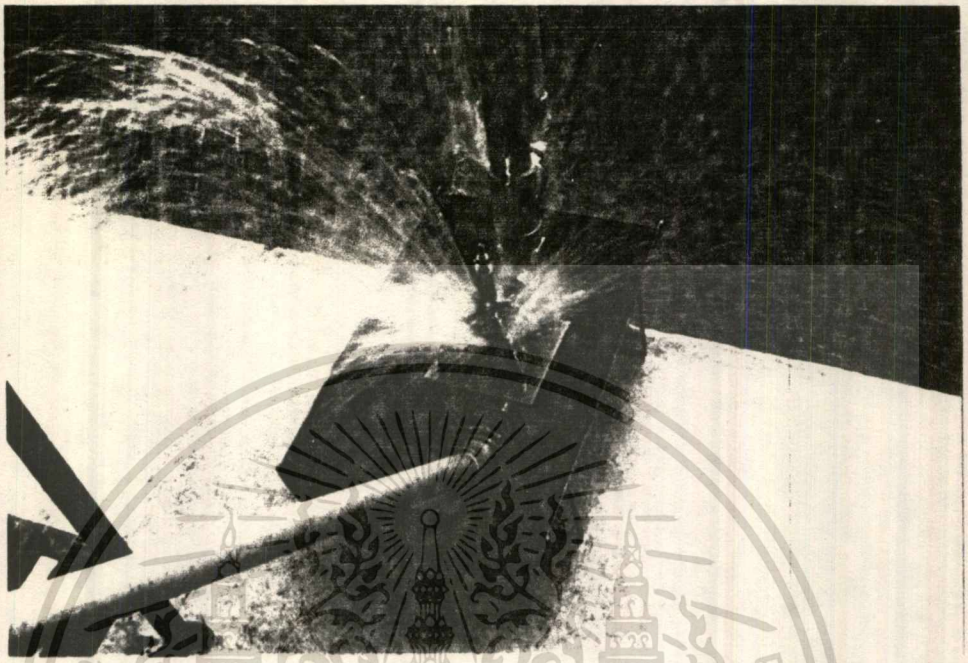


รูปที่ 21 การติดตั้ง Hydraulic Ram เพื่อการทดลอง



รูปที่ 22 น้ำถาดรองน้ำมารองใต้ Hydraulic Ram

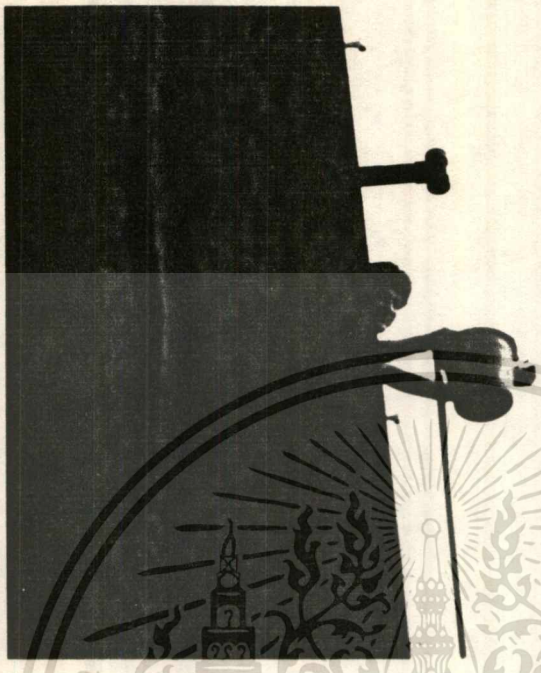
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



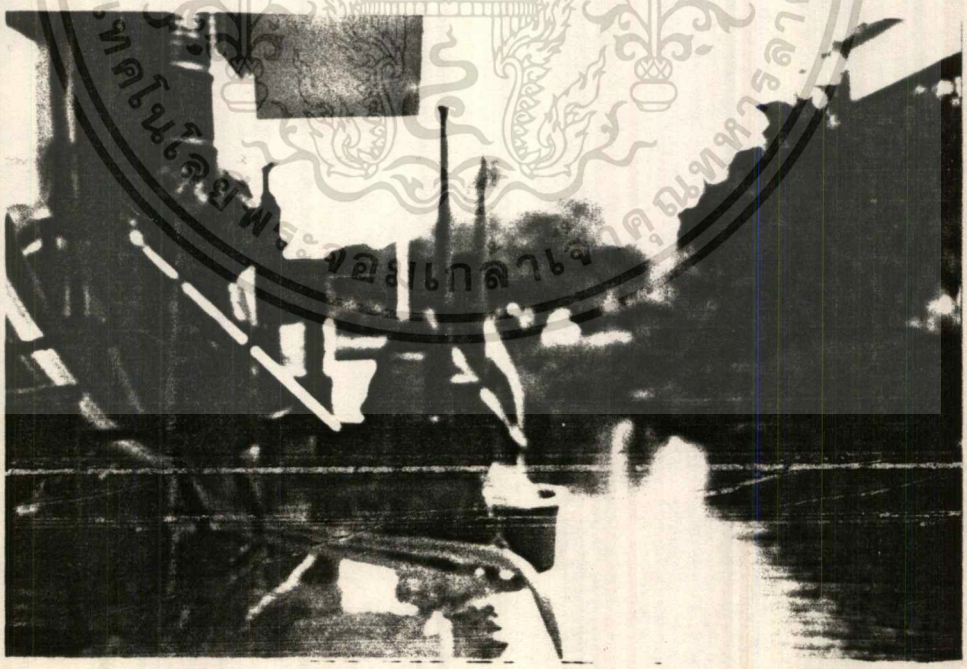
รูปที่ 23 Hydraulic Ram ขณะกำลังทำงาน

รูปที่ 24 แสดงการครอบ Impulse Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

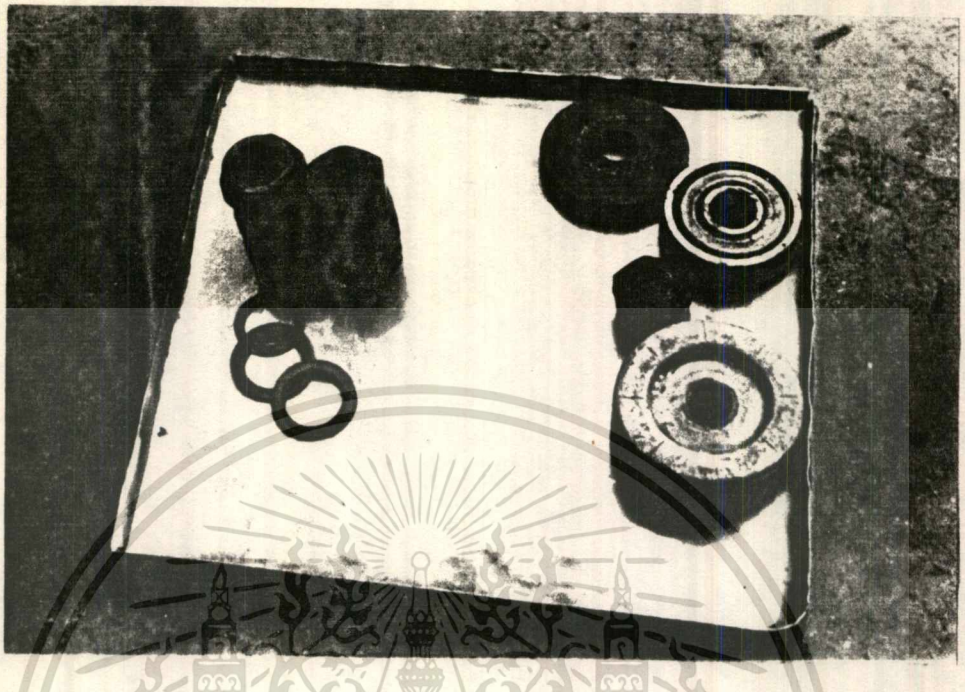


รูปที่ 25 วัดปริมาณน้ำที่ออกจาก Delivery Pipe

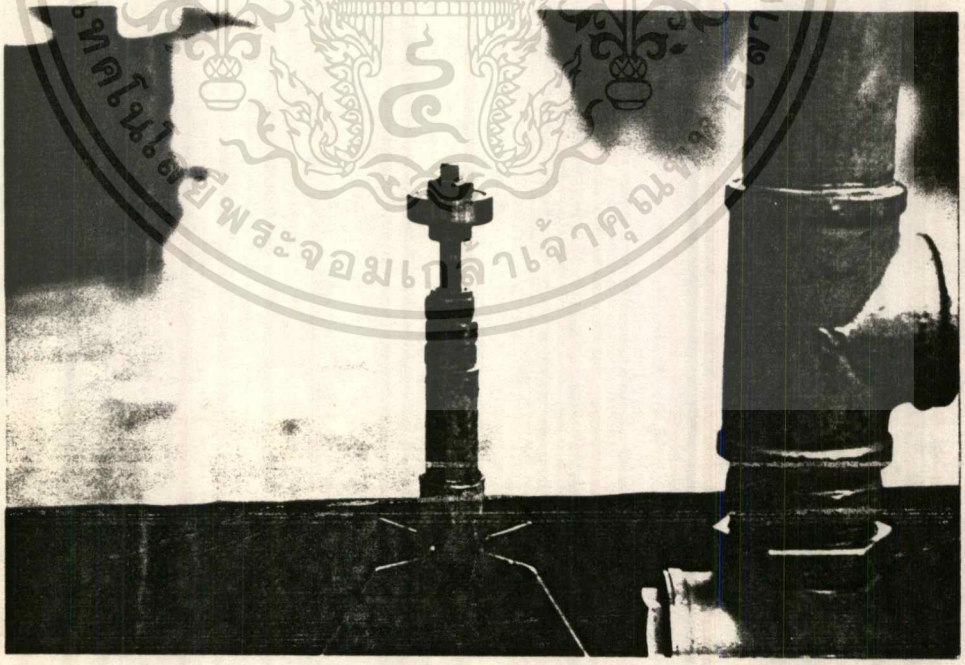


รูปที่ 26 วัดปริมาณน้ำที่ออกจาก Impulse Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

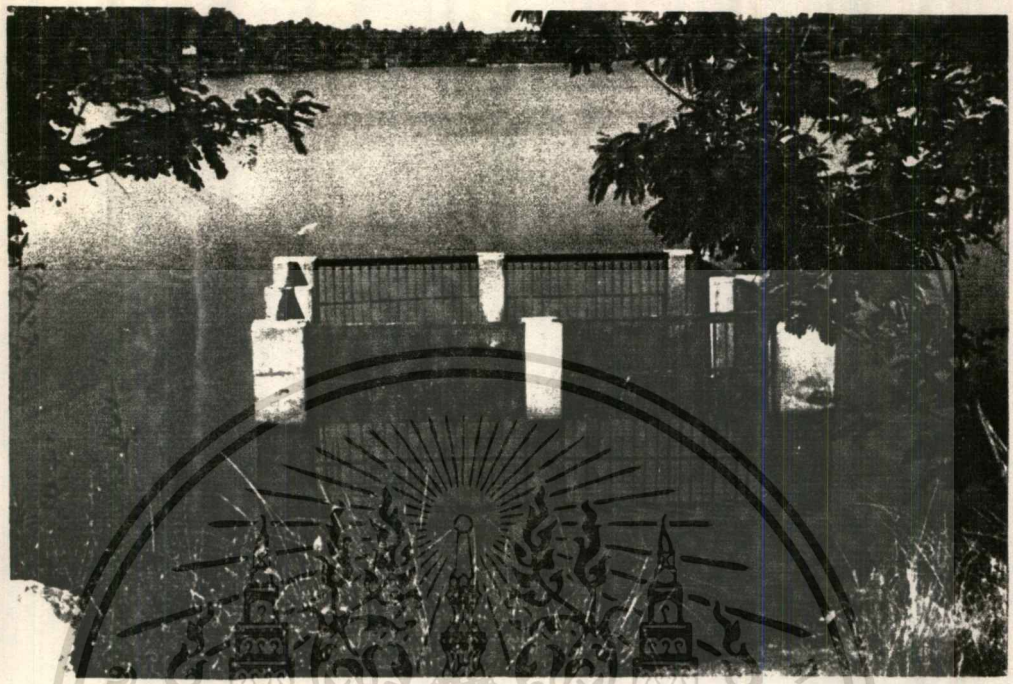


รูปที่ 27 อุปกรณ์เพิ่มความสูงระยะชัก (ด้านซ้าย)
และอุปกรณ์เพิ่มน้ำหนัก (ด้านขวา)



รูปที่ 28 แสดงการต่อความสูงและเพิ่มน้ำหนัก

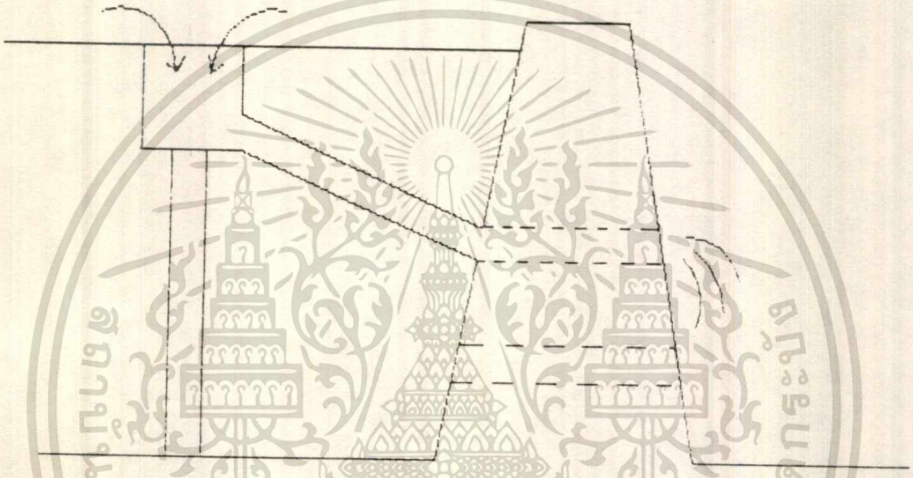
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 29 ทางน้ำล้นของอ่างเก็บน้ำที่สำนักศึกษาและวิจัย ชุมพร

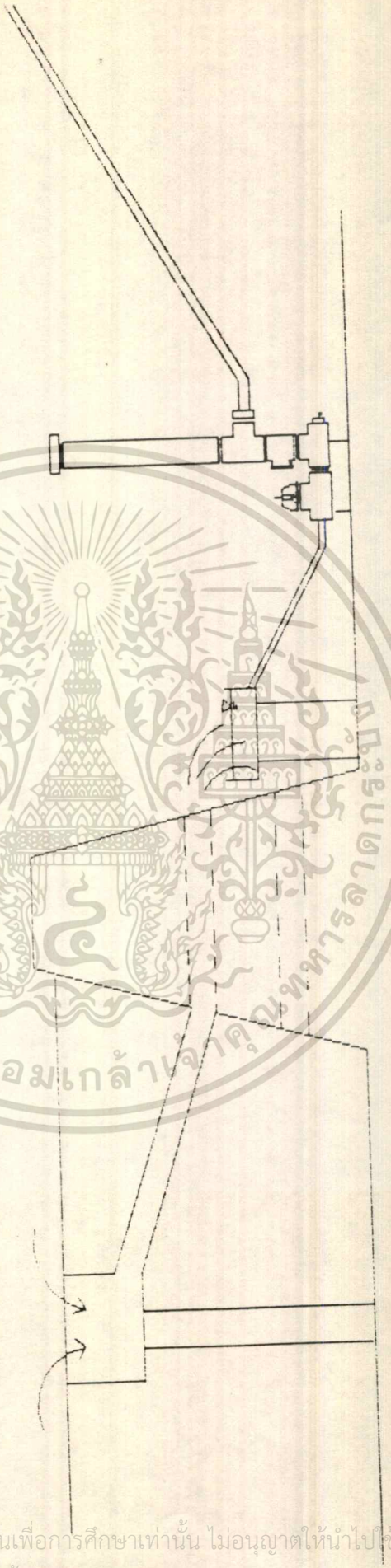
รูปที่ 30 เมื่อน้ำล้นออกมาจะไหลไปตามทางน้ำที่ขุดไว้ลงสู่ทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 31 ภาพตัดขวางของทางน้ำล้น

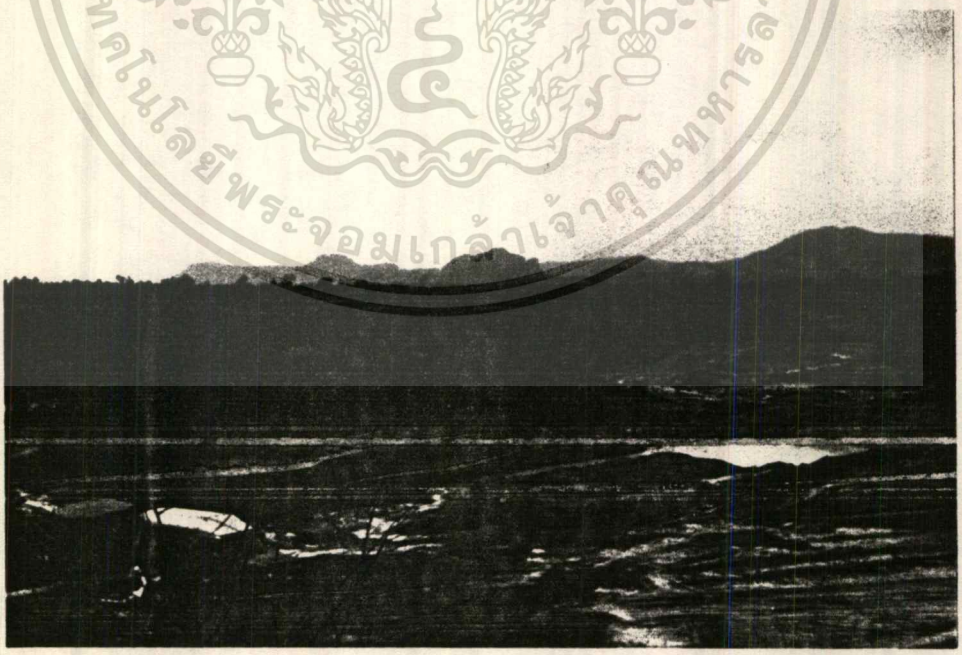
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32 การติดตั้ง Hydraulic Ram กับทางน้ำสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

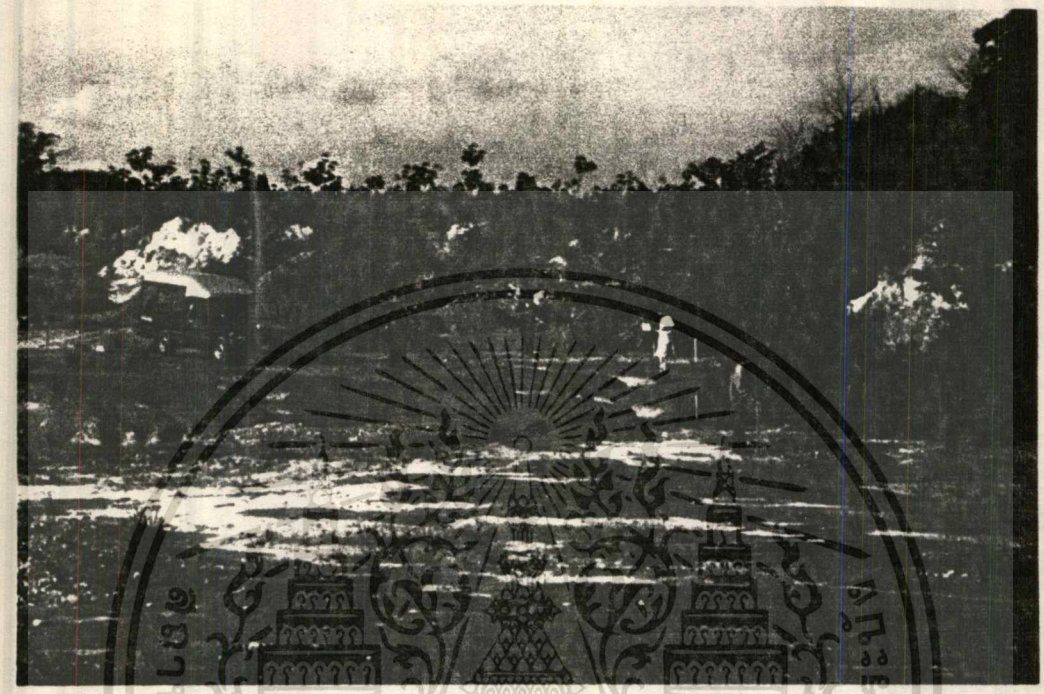
รูปที่ 33 บริเวณบ่อลูกรังที่กำลังจะสร้างอ่างเก็บน้ำ



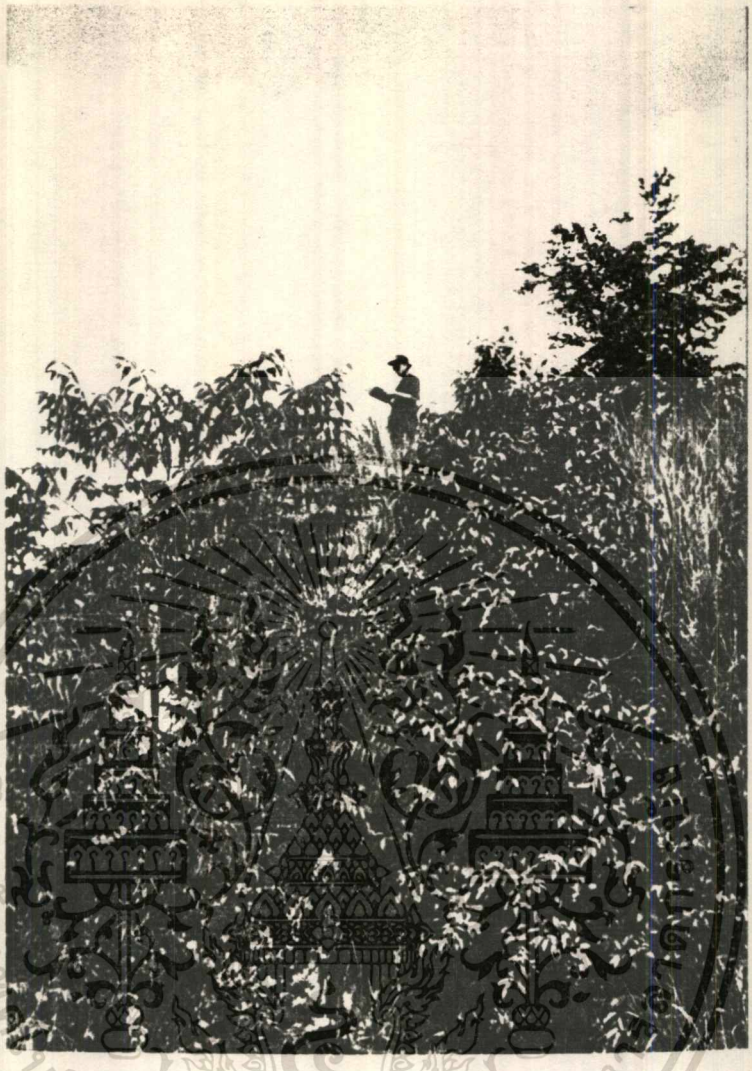
รูปที่ 34 บริเวณบ่อลูกรังที่กำลังจะสร้างอ่างเก็บน้ำ

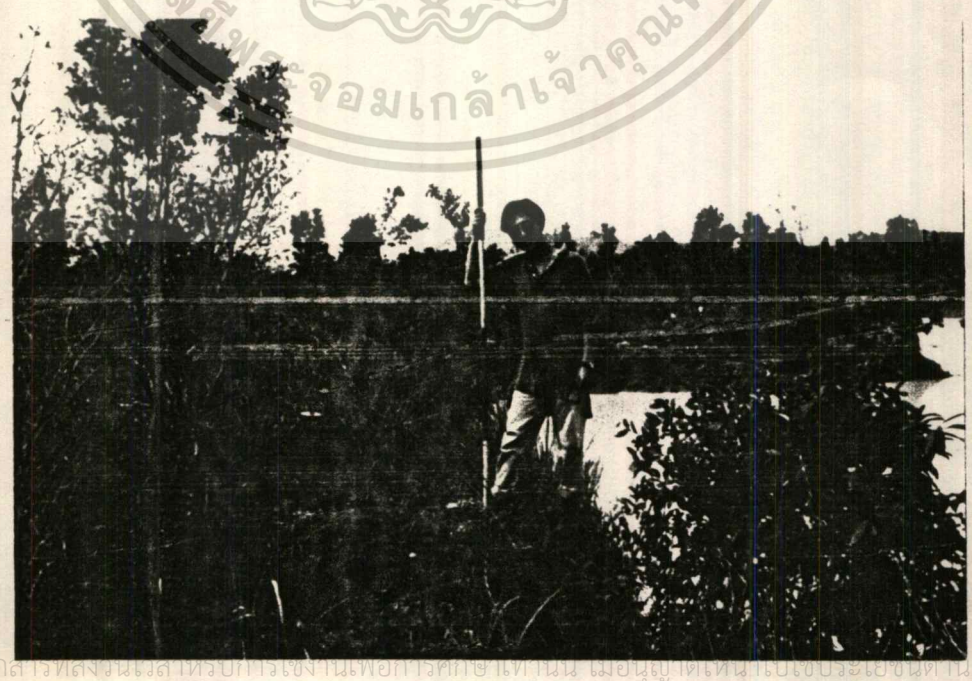
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 35 - 38 คณะสำรวจ และขณะทำการสำรวจ

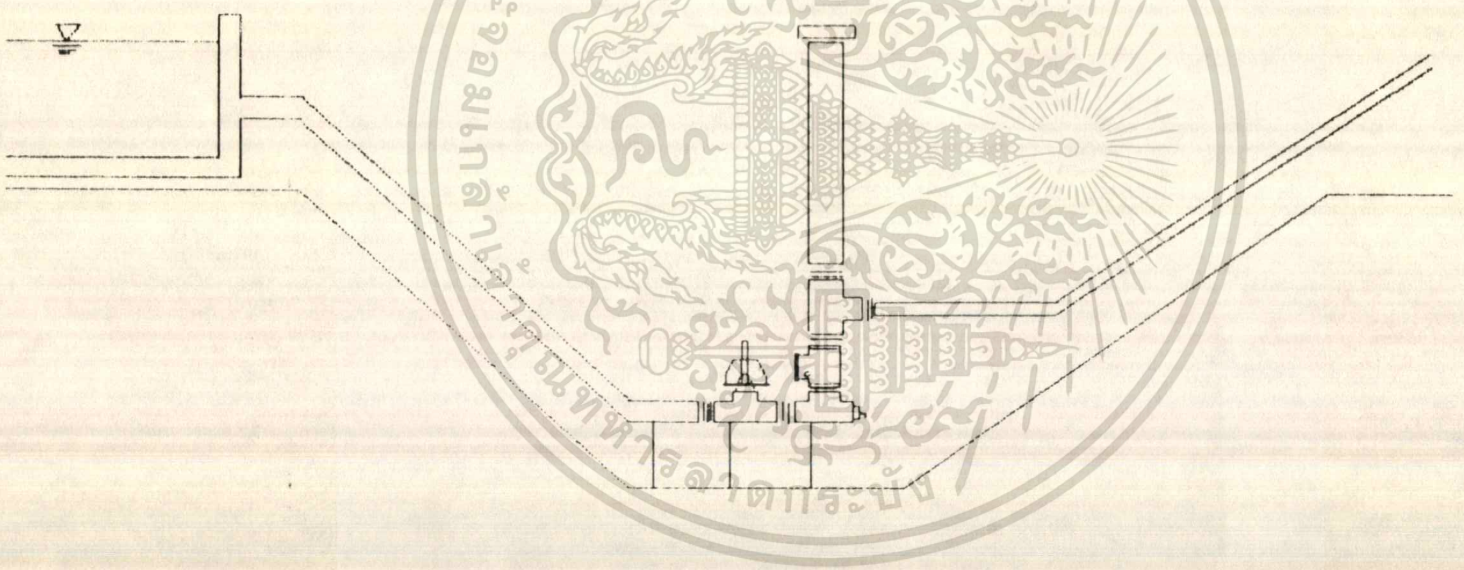


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



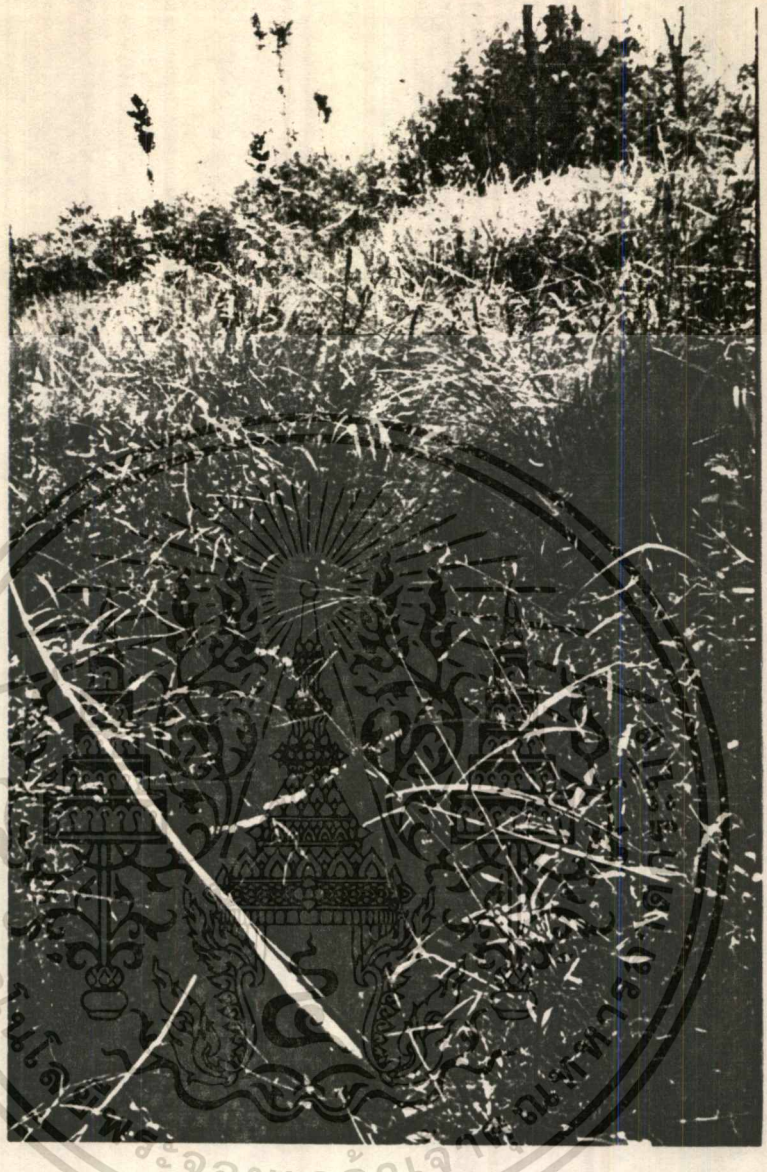


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 39 ลักษณะการติดตั้ง Hydraulic Ram ที่บ่อลูกรัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 40 บริเวณทางน้ำที่บริเวณต้นซ่าน (BM 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้