โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 21/2555

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ

Development of a Pedal Pump

โดย

นายสถาปัทม์ ปลดเปลื้อง

นายอนุรักษ์ ทับพลัน

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พ.ศ.2555

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ

(Development of a Pedal Pump)

รายนามผู้ทำโครงการ นายสถาปัทม์ ปลดเปลื้อง

นายอนุรักษ์ ทับพลัน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(ดร.จิระกานต์ ศิริวิชญ์ไมตรี)

...../...../.....

กรรมการ .....

(รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์)

...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

...../...../.....

บทคัดย่อ

เรื่อง การพัฒนาเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ

โดย นายสถาปัทม์ ปลดเปลื้อง

นายอนุรักษ์ ทับพลัน

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน .....

(ดร.จิระกานต์ ศิริวิชญ์ไมตรี)

...../...../.....

เครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปั๊มน้ำจากแหล่งน้ำ เพื่อทำให้น้ำเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่ต่ำกว่าไปยังตำแหน่งที่สูงกว่า หรือในระยะทางที่ไกลออกไป ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องปั๊มน้ำพลังงานเหยียบมีจุดประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมัน การพัฒนาเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ อยู่ในรูปแบบของเนินชะลอความเร็ว โดยภายใต้เนินชะลอความเร็วนั้นจะมีสายยางอ่อนที่ติดด้วยวาล์วทางเดียวทั้ง 2 ข้าง เพื่อบังคับน้ำและป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำ ทำงานโดยอาศัยพลังงานจากการเหยียบของรถยนต์ที่สัญจรไปมาเพื่อปั๊มน้ำขึ้นที่สูง ซึ่งในการทดลองนี้ได้เลือกใช้ รถกระบะ 4 ประตู ในการทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ โดยการทดลองนี้เลือกให้จำนวนสายยางเป็นตัวแปรผัน จำนวนสายยาง 1, 2, 4, 5, 6 และ 7 เส้น ที่ระดับความสูงการส่งน้ำ 4, 6, 8, 10 และ 12 เมตร จากการทดลองพบว่า เมื่อทดสอบด้วยรถกระบะ 4 ประตู จำนวนสายยางที่ได้ปริมาณน้ำมากที่สุดคือ 2 เส้น ที่ความสูง 12 เมตร โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ABSTRACT

Title : Development of a Pedal Pump

By : Sathapat Plodpluang

Anuluk Tubpran

Project Advisor : .....

(Dr.Chirakarn Sirivitmaitrie)

...../...../.....

Pedal pump is a device for pumping water from a lower ground to higher ground or further distance. The study and development of a pedal pump aims to reduce electrical and fuel usage. The pedal pump was designed as a speed bump to reduce traffic speed. Under the speed bump, there is a hose with two one-way valves installed to prevent the reverse of the flow. Loadings of vehicle are used as the source of energy for pumping water to the higher level. This experiment is carried out by using a light truck (4 doors pickup) for pedal pump testing purposes. The numbers of hose are vary from 1, 2, 4, 5, 6 and 7 pipes at different irrigation heights 4, 6, 8, 10 and 12 meters. The result shows the pedal pump with two hoses produces highest amount of water at 12 meters height. The experiment was conducted in the hydraulics laboratory, department of irrigation engineering, faculty of engineering at Kampaengsaen, Kasetsart University.

คำนิยม

การทำโครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์ ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ ดร.จิระกานต์ ศิริวิชญ์ไมตรี ประธานกรรมการที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนแนวทางในการจัดทำโครงงาน จนกระทั่งโครงงานวิศวกรรมสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำได้รับความกรุณาจากบุคลากรในภาคอย่าง คุณสุรพล เจริญชีพ ที่ได้ให้ข้อมูลและวิธีการใช้อุปกรณ์ต่างๆในการสำรวจจัดเก็บข้อมูลมาใช้ในการทำโครงงาน และท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงมาไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นายสถาปัทม์ ปลดเปลื้อง

นายอนุรักษ์ ทับพลัน

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	**I**
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	**II**
คำนิยม	**III**
สารบัญ	**IV**
สารบัญตาราง	**VI**
สารบัญภาพ	**VII**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ความเป็นมา	2
2.2 การแยกประเภทปั๊ม	2
2.3 พลังงานทดแทน	7
2.4 คุณสมบัติของของไ หล	17

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์	31
3.2 วิธีการ	34
3.3 หลักการทำงาน	38
3.4 ทฤษฎีการคำนวณ	39
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลการทดสอบ	44
บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบ	
5.1 สรุปผลการทดสอบ	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	**IX**
ภาคผนวก	
1. ตัวอย่างการคำนวณแรงดันน้ำ	1
2. ตารางผนวกที่ 1 การเปรียบเทียบแรงดันน้ำกับเฮดความดัน	2
3. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำ	4
4. ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำที่ได้จากการทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ	5
5. ภาพผนวกที่ 1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปั๊มได้จากการเหยียบ 50 ครั้ง	5

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ความขรุขระเฉลี่ยของผนังท่อใหม่	27
ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล	28
ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหลขอข้อต่อท่อชนิดต่างๆ	30
ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบแรงดันน้ำกับเฮดความดัน	41
ตารางที่ 5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปั๊มได้จากการเหยียบ 50 ครั้ง	45

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 ปั๊มหอยโข่ง	3
ภาพที่ 2 กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มหอยโข่ง	4
ภาพที่ 3 ปั๊มแบบสูบชัก	5
ภาพที่ 4 กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มสูบชัก	5
ภาพที่ 5 การจำแนกประเภทของปั๊ม	6
ภาพที่ 6 Block diagram ลักษณะของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	9
ภาพที่ 7 ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ	9
ภาพที่ 8 องค์ประกอบของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ	10
ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของกังหันลมสูบน้ำ	13
ภาพที่ 10 ส่วนประกอบของกังหันน้ำแบบทุนลอย	16
ภาพที่ 11 ความดันบรรยากาศ	19
ภาพที่ 12 คำจำกัดความของเฮดสถิต	21
ภาพที่ 13 ตำแหน่งที่เกิดการสูญเสียพลังงานหรือเฮดในระบบท่อและอุปกรณ์	22
ภาพที่ 14 Moody diagram สำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด	26
ภาพที่ 15 เนินชะลอความเร็วสำเร็จรูป	31
ภาพที่ 16 สายยางอ่อน	32
ภาพที่ 17 วาล์วกันกลับ	32
ภาพที่ 18 บล็อกเหล็ก	33
ภาพที่ 19 กระบอกตวง	33
ภาพที่ 20 การวางบล็อกเหล็ก	34
ภาพที่ 21 การวางสายยางอ่อนบนบล็อกเหล็ก	34
ภาพที่ 22 การต่อวาล์วกันกลับกับสายยางอ่อนด้านรับน้ำ	35
ภาพที่ 23 การต่อวาล์วกันกลับกับสายยางอ่อนด้านจ่ายน้ำ	35
ภาพที่ 24 การนำสายยางที่ต่อกับวาล์วกันกลับด้านรับน้ำจุ่มลงในแหล่งน้ำจำลอง	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 25 หอสูงที่ใช้ในการทดสอบ 36
ภาพที่ 26 การใช้รถยนต์ทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ 37
ภาพที่ 27 การเก็บค่าปริมาณน้ำที่ได้จากการทดสอบ 37
ภาพที่ 28 หลักการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ 38
ภาพที่ 29 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปั๊มได้จากการเหยียบ 50 ครั้ง 45

บทที่ 1

บทนำ

ปั๊มหรือเครื่องสูบ อาจให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นเครื่องมือกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามความต้องการ และยังกล่าวได้ว่า ปั๊มมีส่วนในการพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษยชาติมาตั้งแต่อดีตและจะมีมากยิ่งๆขึ้นต่อไปในอนาคต ในอดีตประชากรส่วนใหญ่ต้องอาศัยอยู่ใกล้ๆกับแหล่งน้ำเพื่อความสะดวกกับการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคและทำการเกษตร แหล่งน้ำใดที่อยู่ต่ำจากผิวดินมากไม่สะดวกต่อการใช้ มนุษย์ก็ได้พยายามคิดค้นเครื่องมือซึ่งมีลักษณะเป็นปั๊มหรือเครื่องสูบชนิดต่างๆเพื่อนำเอาน้ำมาใช้ให้สะดวกขึ้น เพื่อให้สามารถทำการเพาะปลูกได้มากและห่างไกลจากแหล่งน้ำมากขึ้น ประกอบกับคันชะลอความเร็วนับว่ามีบทบาทสำคัญมากในการช่วยลดอุบัติเหตุในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กซึ่งเท่าที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังทำให้เกิดรูปแบบการใช้ที่หลากหลายและรูปแบบไม่ตายตัวซึ่งส่งผลมาจากข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายของชุมชนอีกทั้งในปัจจุบันรถยนต์รถจักรยานยนต์ที่วิ่งในซอยต่างๆมักจะใช้ความเร็วสูงทำให้เกิดอุบัติเหตุเฉี่ยวชนคนเดินเท้าอยู่เป็นประจำโดยเฉพาะในเวลากลางคืนจะมีรถจักรยานยนต์รถยนต์วิ่งด้วยความเร็วส่งเสียงดังรบกวนประชาชนที่อาศัยอยู่สองข้างทางจึงจำเป็นต้องสร้างคันชะลอความเร็วขึ้นเพื่อให้ความเร็วของรถช้าลง

ดังนั้นในการศึกษาและพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องปั๊มน้ำเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและน้ำมัน จึงจัดให้การพัฒนาเครื่องปั้มน้ำพลังเหยียบโดยอาศัยรูปแบบของเนินชะลอความเร็ว โดยอาศัยพลังงานในการปั๊มน้ำจากการกดเหยียบของรถที่สัญจรไปมาในการข้ามเนินชะลอความเร็วนี้ ซึ่งในการคำนวณหาพลังงานหรือเฮดความดันที่ต้องใช้สามารถคำนวณได้จากสมการ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและพัฒนา เครื่องปั๊มน้ำ โดยใช้พลังงานจากการเหยียบของล้อรถ ที่วิ่งผ่านเนินชะลอความเร็วที่ประดิษฐ์ขึ้นมาและทำการทดสอบ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ความเป็นมา

พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ผลิตจากเชื้อเพลิงประเภทก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินเป็นส่วนใหญ่ การใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกและทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานในปริมาณมากประมาณ 900,000 ล้านบาท/ปี ทำให้ต้องสูญเสียเงินให้ต่างประเทศเป็นจำนวนมาก การประหยัดพลังงานไฟฟ้าเป็นนโยบายหลักของประเทศที่ต้องการลดการนำเข้าพลังงาน และใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ การรณรงค์ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน จึงเป็นภารกิจที่ทุกภาคส่วนต้องให้ความร่วมมือ

เครื่องปั๊มน้ำ(Pump) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงานจากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว เพื่อทำให้ของเหลวเคลื่อนที่จาก ตำแหน่งหนึ่งไป ยังอีก ตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่า หรือในระยะทางที่ไกลออกไป โดยจุดเริ่มต้นของเครื่องปั๊มน้ำนี้มีประวัติศาสตร์ที่ยาวนานกว่า 2,000 ปีก่อนคริสตศักราช ซึ่งในช่วงเริ่มแรกมีการใช้พลังงาน ที่ได้จากมนุษย์ สัตว์ ต่อมาจึงได้ใช้พลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานจากลม และน้ำเป็นแหล่งต้นกำเนิด ซึ่งในช่วงแรกเพียง เพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตรเท่านั้น เป็นอุปกรณ์ ที่ช่วยจัดส่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร คมนาคม อุตสาหกรรม ตลอดจนการบำบัดน้ำเสีย ซึ่ง วิวัฒนาการของเครื่องปั๊มน้ำในปัจจุบันได้เปลี่ยนไปจากเดิม ที่ใช้พลังงานจาก แหล่งธรรมชาติมาเป็น การใช้พลังงานจากไอน้ำ จากเครื่องยนต์ และที่นิยมกันมากคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

การแยกประเภทปั๊ม

ปัจจุบันได้มีการจัดแบ่งแยกประเภทของปั๊มหลายรูปแบบ และมีการเรียกชื่อแตกต่างกันออกไปมากมาย ดังนั้นจึงมีการจัดหมวดหมู่ออกได้เป็น 2 แบบ

1. แยกตามลักษณะการเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวหรือการไหลของของเหลวในปั๊ม

ก. ประเภทเซนตริฟูกอล (Centrifugal) หรือปั๊มแรงเหวี่ยง เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ปั๊มแบบนี้จะทำงานโดยอาศัยการหมุนของใบพัด (Impeller) ที่ได้รับการถ่ายเทกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังหรือมอเตอร์ไฟฟ้า โดยหลักชลศาสตร์เมื่อของเหลวถูกหมุนให้เกิดแรงหนีจุด

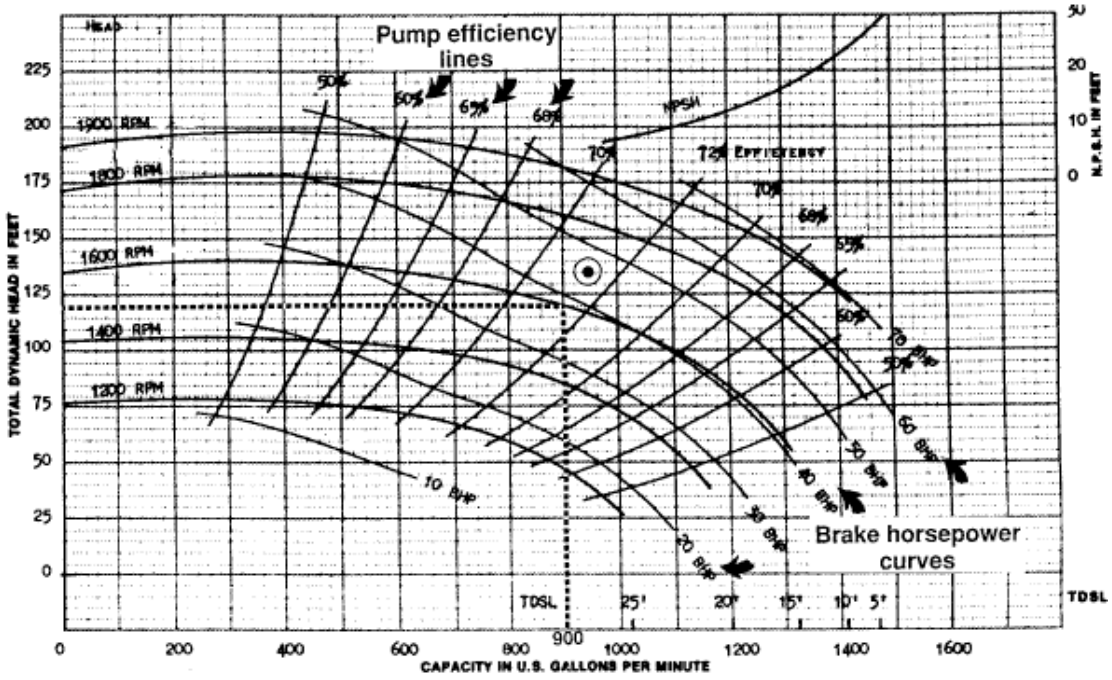
ศูนย์กลาง ความกดดันของของเหลวจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของใบพัดมากขึ้น เช่น ปั๊มหอยโข่ง ในการทำงานของปั๊มหอยโข่ง การหมุนของใบพัดทำให้เกิดแรงเหวี่ยงไปผลักดันให้ของเหลวไหลตลอดแนวเส้นรอบวงเรือนปั๊ม จะทำหน้าที่รวบรวมของเหลวไปสู่ทางออก ทำให้ของเหลวมีเฮดรวม (Total Dynamic Head, H_{TDH}) และทางออกของของไหลออกจะทำมุม 90 องศากับทางของเหลวไหลเข้า ยิ่งใบพัดหมุนเร็วก็ยิ่งต้องใช้พลังงานมาก ทำให้เฮดสูงและของเหลวไหลมาก

โดยทั่วไปการทำงานของปั๊มหอยโข่งมีหลักดังนี้

- อัตราการไหลเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเร็วรอบของปั๊ม
- หัวน้ำรวมเป็นอัตราส่วนกำลังสองของความเร็วรอบของปั๊ม
- พลังงานที่ใช้เป็นอัตราส่วนกำลังสามของความเร็วรอบของปั๊ม

ภาพที่ 1 ปั๊มหอยโข่ง

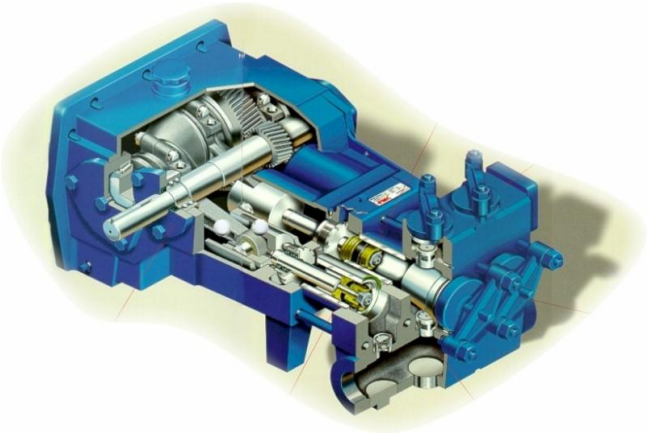
สมรรถนะของปั๊มหอยโข่งโดยทั่วไปจะเป็นไปตามกราฟข้างล่าง



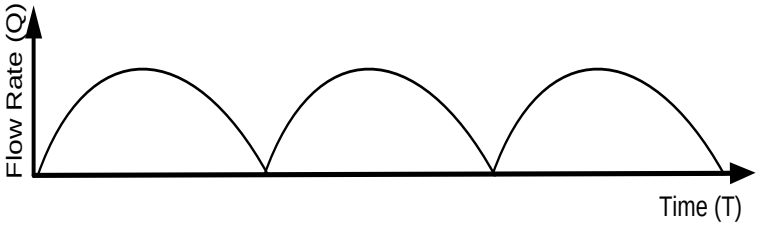
ภาพที่ 2 กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มหอยโข่ง

ข. ประเภทโรตารี่ (Rotary) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการหมุนของฟันเฟืองรอบแกนกลาง เป็นการทำงานโดยของเหลวถูกดูดเข้าไปและอัดปล่อยออกโดยการหมุนรอบจุดศูนย์กลางของเครื่องมือกลซึ่งมีช่องว่างให้ของเหลวไหลเข้าทางด้านดูดและเก็บอยู่ระหว่างผนังของห้องสูบกับชิ้นส่วนที่หมุนหรือโรเตอร์ (Rotor) จนกว่าจะถึงด้านจ่าย

ค. ประเภทสูบชัก (Reciprocating) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการอัดโดยตรงในกระบอกสูบ ปั๊มแบบนี้ประกอบด้วยกระบอกสูบซึ่งเคลื่อนที่ไปมาเป็นเส้นตรง โดยการหมุนของแกนซึ่งมีก้านสูบแบบเดียวกับเครื่องยนต์สูบชัก โดยการจัดระบบวาล์วปิด-เปิด ให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ซึ่งทำให้ของเหลวถูกดูดเข้าไปยังช่องว่างของกระบอกสูบและลูกสูบโดยผ่านวาล์วตัวหนึ่งและเมื่อลูกสูบเดินกลับ ของเหลวนี้ก็จะไหลออกไป โดยผ่านวาล์วอีกตัวหนึ่งทำให้สามารถผลักดันของเหลวออกไปได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังลูกสูบปั๊มแบบนี้จัดอยู่ในประเภทที่ผลักดันของเหลวออกไปทางด้านจ่ายได้แน่นอน (Positive Displacement) ไม่ว่าความดันทางด้านจ่ายจะมากหรือน้อย



ภาพที่ 3 ปั๊มแบบสูบชัก



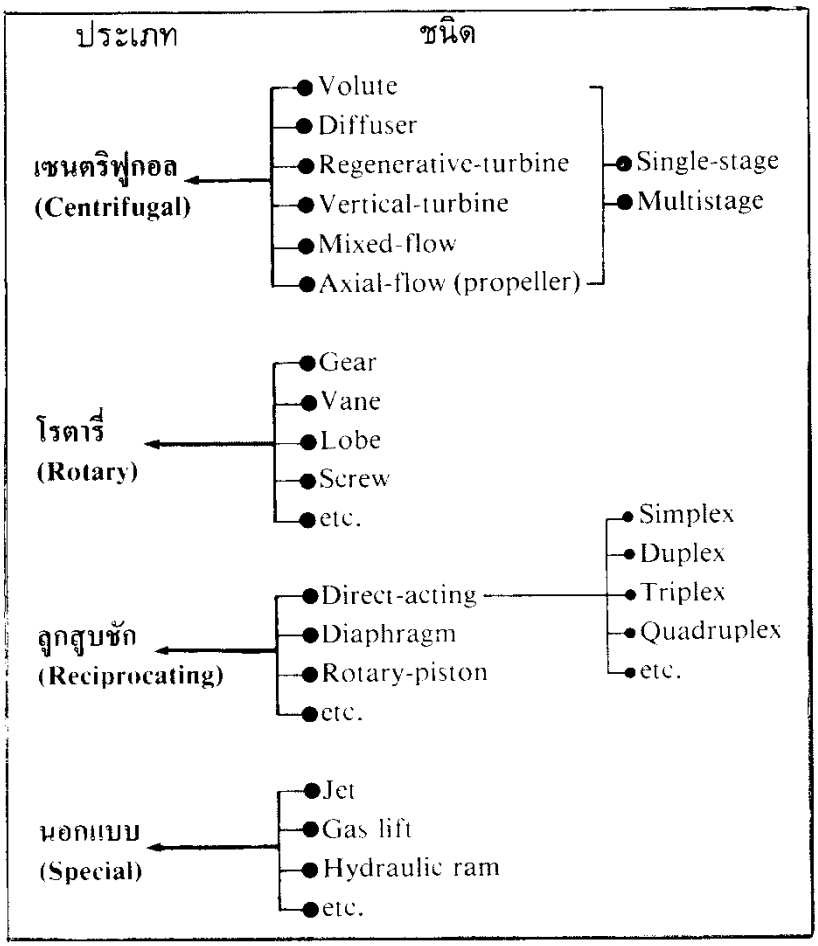
ภาพที่ 4 กราฟสมรรถนะการทำงานของปั๊มสูบชัก

ปั๊มแบบนี้การไหลของของเหลวและความดันจะเกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ ตามจังหวะไปมาของลูกสูบ จึงต้องมีห้องอากาศเล็ก ๆ บนหัวสูบ เพื่อให้อัตราการไหลและความดันเป็นจังหวะน้อยลง แต่เพื่อให้ความดันและอัตราการไหลสม่ำเสมอยิ่งขึ้น ชุดทดสอบนี้มีห้องอากาศที่โตอยู่ข้างนอกด้วย

การทำงานของแบบสูบชัก จะมีปริมาณของเหลวถูกผลักดัน (ไหล) ออกมาแน่นอนไม่ว่าความดันจ่ายจะมากหรือน้อย ปริมาณของเหลวที่ไหลจะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบปั๊มและขนาดช่องว่างระหว่างลูกสูบและกระบอกสูบ

ง. นอกแบบ (Special) เป็นปั๊มที่มีลักษณะพิเศษไม่สามารถจัดให้อยู่ในสามประเภทข้างต้นได้ ปั๊มชนิดนี้ก็จะมี Jet Pump, Air – Lift Pump และ Hydraulic Ram

ในแต่ละประเภทที่กล่าวมานี้ยังมีการดัดแปลงอออกไปเป็นแบบต่างๆ อีกหลายแบบและมีชื่อเรียกของแต่ละแบบแตกต่างกันออกไป (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การจำแนกประเภทของปั๊ม

2. แยกประเภทตามลักษณะการขับดันของเหลวในปั๊ม

ก. ปั๊มแบบไม่แทนที่ (Non – Positive Displacement) ทำงานโดยไม่อาศัยหลักการแทนที่ของเหลว ปกติใช้ในงานความดันต่ำ อัตราการไหลสูง ไม่สามารถรับความดันสูง ๆ ได้ ปั๊มประเภทอาศัยแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลางอาจจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้ได้

ข. ปั๊มแบบแทนที่ (Positive Displacement) ทำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลวในห้องสูบด้วยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนของเครื่องสูบ ปั๊มชนิดนี้จะจ่ายของไหลด้วยปริมาตรที่แน่นอนค่าหนึ่ง ต่อการหมุนรอบหนึ่งของเพลา สามารถรับความดันที่สูงขึ้นในระบบได้ดี ปั๊มประเภทนี้รวมแบบโรตารี่และลูกสูบชักเข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ในปัจจุบันปั๊มน้ำแบบต่างๆ ที่ใช้พลังงานจากธรรมชาติ ไม่จำเป็นต้องสิ้นเปลืองไฟฟ้าหรือพลังงานจากเครื่องยนต์ที่นับวันจะน้อยลงและมีราคาแพงขึ้น ในสภาวะปัจจุบันที่แหล่งพลังงานที่มีอยู่เริ่มที่จะลดน้อยลง ทำให้ต้องหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทน มีการนำเอาแหล่งพลังงานที่เกิดจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์สูงสุด เพราะว่าพลังงานที่ได้จากธรรมชาติไม่มีค่าใช้จ่ายในการทำงานเหมือนพลังงานประเภทอื่น คือพลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะศักยภาพ และสถานภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานทดแทน การศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นการศึกษา ค้นคว้า ทดสอบ พัฒนา และสาธิต ตลอดจนส่งเสริมและเผยแพร่พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ชีวมวล และอื่นๆ เพื่อให้มีการผลิต และการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคมสำหรับผู้ใช้ในเมือง และชนบท ซึ่งในการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาพลังงานทดแทนดังกล่าว ยังรวมถึงการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์เพื่อการใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย งานศึกษา และพัฒนาพลังงานทดแทน เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน ซึ่งมีโครงการที่เกี่ยวข้องโดยตรงภายใต้แผนงานนี้คือ โครงการศึกษาวิจัยด้านพลังงาน และมีความเชื่อมโยงกับแผนงานพัฒนาชนบทในโครงการจัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับหมู่บ้านชนบทที่ไม่มีไฟฟ้า โดยงานศึกษา และพัฒนาพลังงานทดแทนจะเป็นงานประจำที่มีลักษณะการดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆ ในเชิงกว้างเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ทั้งในด้านวิชาการเชิงทฤษฎี และอุปกรณ์เครื่องมือทดลอง และการทดสอบ รวมถึงการส่งเสริมและเผยแพร่ ซึ่งจะเป็นการสนับสนุน และรองรับความพร้อมในการจัดตั้งโครงการใหม่ๆ ในโครงการศึกษาวิจัยด้านพลังงานและโครงการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การศึกษาค้นคว้าเบื้องต้น การติดตามความก้าวหน้าและร่วมมือประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาต้นแบบทดสอบ วิเคราะห์ และประเมินความเหมาะสมเบื้องต้น และเป็นงานส่งเสริมการพัฒนาโครงการที่กำลังดำเนินการให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนสนับสนุนให้โครงการที่เสร็จสิ้นแล้วได้นำผลไปดำเนินการส่งเสริม และเผยแพร่และการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมต่อไป โดยจะกล่าวให้ทราบถึงที่มา ประโยชน์ และการนำพลังงานทดแทนต่าง ๆ โดยยกตัวอย่างพลังงานทดแทน

1. พลังงานแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของธรรมชาติ โดยความเป็นจริงแล้วแหล่งพลังงานทุกชนิดที่กล่าวไปแล้วยกเว้นชนิดเดียวก็คือ พลังงานจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงล้วนแต่เกี่ยวกันไม่โดยตรงก็โดยทางอ้อมกับพลังงานดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น พลังงานดวงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดจากกระบวนการนิวเคลียร์แบบที่เรียกกันว่า นิวเคลียร์ฟิวชั่น กระบวนการเกิดพลังงานบนดวงอาทิตย์เป็นผลจากการรวมตัวของอะตอมไฮโดรเจนเป็นอะตอมฮีเลี่ยม แล้วมีมวลส่วนหนึ่งของอะตอมไฮโดรเจนหายไป มวลส่วนที่หายไปนี้เองที่

เปลี่ยนไปเป็นพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกส่งออกไปรอบดวงอาทิตย์ แล้วก็มีส่วนหนึ่งส่วนน้อยเท่านั้นที่เดินทางมาถึงโลก

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ผิวดวงอาทิตย์ พื้นที่ 1 ตารางหลา มีค่าถึงประมาณ 65,000 แรงม้า แต่ที่ผิวโลกบนพื้นที่ 1 ตารางหลา เท่ากันนั้นมีพลังงานแสงอาทิตย์เดินทางมาถึงเพียงประมาณ $1\frac{1}{3}$ แรงม้า หรือ 1 กิโลวัตต์ เท่านั้น แต่ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์บนผิวโลกที่ดูมีค่าเพียงน้อยนิดนี้ เมื่อคิดเป็นปริมาณของพลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงที่เรามีอยู่แล้ว และความจำเป็นของมนุษย์เราในการใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่างๆ แล้วไม่น้อยเลย เพราะพลังงานแสงอาทิตย์ที่มาถึงโลกในช่วงเวลา 1 เดือน นั้นคิดเป็นปริมาณพลังงานก็เท่ากับถ่านหินถึง 18×10^{12} ตันหรือแปดล้านล้านตัน ซึ่งเป็นปริมาณของถ่านหินที่คาดกันว่ามีเหลืออยู่ในโลกทั้งหมดขณะนี้

ดังนั้น โลกเราถึงแม้จะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทางถึงประมาณ 93 ล้านไมล์ และดูเสมือนกับจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยความเป็นจริงในแง่ของความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์โลกแล้ว โลกเราก็ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณมหาศาลอยู่ทุกขณะ แต่ในขณะนี้เป็นที่น่าเสียดายว่า โลกเราใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ได้จริงๆ เพียงน้อยนิด คือประมาณ 1% เท่านั้น อีกประมาณ 99% นั้นสูญหายไปเปล่าอย่างน่าเสียดาย

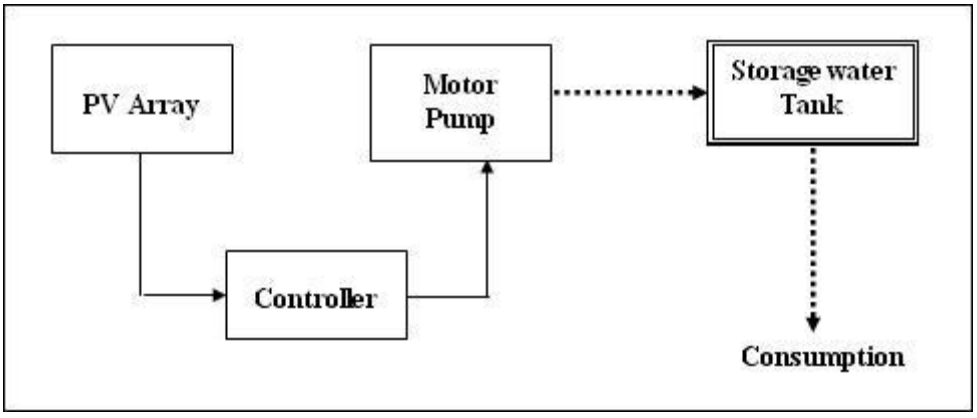
ประโยชน์ของพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทั่วไปการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์อาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะ

- การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อน

- การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นระบบแบบอิสระ (PV Stand Alone System) อีกรูปแบบหนึ่งที่ออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อการสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้า ไม่มีระบบประปาหมู่บ้าน ใช้สำหรับสูบน้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำบนผิวดิน โดยมีแหล่งน้ำที่สะอาดและมีน้ำเพียงพอ สำหรับการอุปโภคและบริโภค หรือเพื่อการเกษตร โดยทำงานร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากภายนอก



ภาพที่ 6 Block Diagram ลักษณะของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ภาพที่ 7 ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ

อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบ

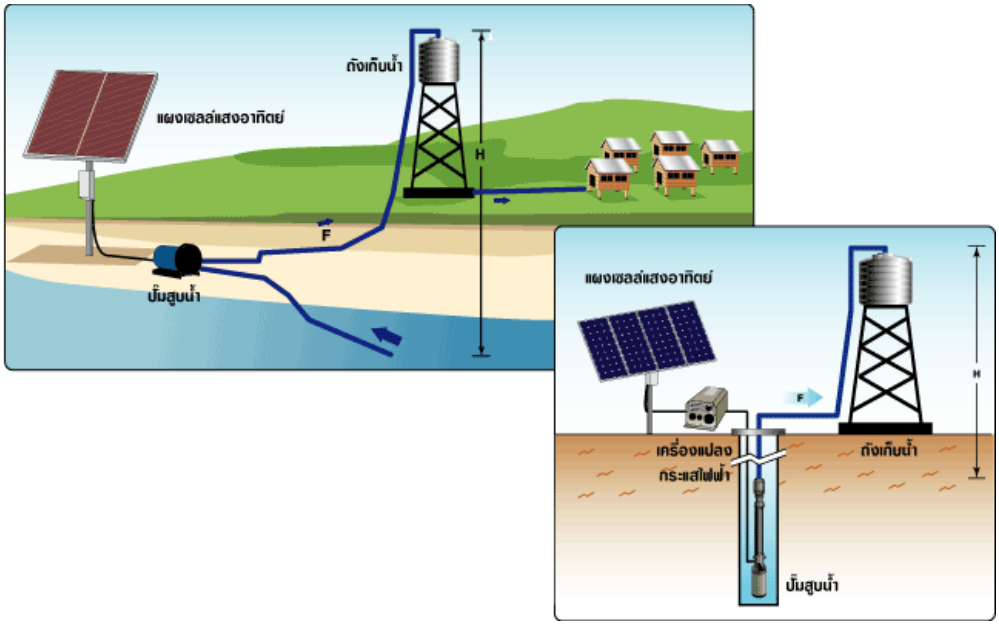
1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดประมาณ 1,000 วัตต์ พร้อมโครงสร้างรองรับแผง

2. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ

3. ปั๊มน้ำ

4. ถังกักเก็บน้ำ คอนกรีตเสริมเหล็กขนาดความจุ 10 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง

5. ท่อดูดและท่อส่งน้ำ



ภาพที่ 8 องค์ประกอบของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และถังเก็บน้ำ

2. พลังงานลม

พลังงานลม หมายถึง พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ซึ่งสาเหตุของการเกิดลมนั้นเกิดเมื่ออากาศในส่วนที่ได้รับความร้อนจะขยายตัวทำให้ความหนาแน่นของอากาศบริเวณนั้นลดลง ทำให้อากาศร้อนดังกล่าวลอยตัวสูงขึ้น ซึ่งเรียกว่ากระแสอากาศ เป็นเหตุให้อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจากบริเวณข้างเคียงเคลื่อนเข้ามาแทนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่ของอากาศอันเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดลม

ประโยชน์ของพลังงานลม โดยทั่วไปการใช้พลังงานลมให้เป็นประโยชน์อาจพิจารณาได้ดังนี้

- เป็นพลังงานที่เกิดเองตามธรรมชาติ จึงสะอาดและไม่มีมลพิษ

- ตัวพลังงานไม่มีต้นทุนสามารถนำมาใช้ได้ไม่มีวันหมด

- พลังงานกลที่ได้สามารถนำมาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องเปลี่ยนรูปพลังงานอีก เช่นการ วิด - สูบน้ำ การโม่แป้งเป็นต้น

ระบบสูบน้ำพลังงานลม

นิยมใช้กังหันลมเพื่อสูบน้ำ (Wind Turbine for Pumping) เป็นกังหันลมที่รับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมและเปลี่ยนให้เป็น พลังงานกลเพื่อใช้ในการชักหรือสูบน้ำจากที่ต่ำขึ้นที่สูงเพื่อใช้ในการเกษตร การทำนาเกลือ การอุปโภคและการบริโภค ปัจจุบันมีใช้อยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบระหัดและแบบสูบชัก

- กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำ การใช้พลังงานลมเพื่อฉุดน้ำจากที่ต่ำมาใช้ในพื้นที่สูงในประเทศไทยนั้น ได้มีการใช้มาเป็นเวลานานแล้วและยังใช้มาจนถึงปัจจุบัน พบเห็นได้จากการใช้กังหันลมฉุดน้ำเพื่อทำนาเกลือ กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำเป็นการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นด้วยภูมิปัญญาชาวบ้านใน สมัยโบราณของไทย เพื่อใช้ในนาข้าว นาเกลือและนากุ้ง เช่นเดียวกันกับการประดิษฐ์กังหันลมวินด์มิลล์ (Windmills) เพื่อฉุดน้ำและใช้แรงกลช่วยในการแปรผลิตผลทางการเกษตรของชาวยุโรป วัสดุที่ใช้ประดิษฐ์กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำ เป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูกและมีความเหมาะสมต่อการใช้งานตามสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ ใบพัดกังหันลมปกติจะมีจำนวน6 ใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบกังหันลมจะทำมาจากเสื่อลำแพนหรือผ้าใบ โดยตัวโครงเสา รางน้ำ และใบระหัด จะทำจากไม้เนื้อแข็งซึ่งมีความทนทานต่อน้ำเค็ม สามารถใช้งานได้ยาวนาน กังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำใช้ความเร็วลมตั้งแต่ 2.5 เมตร/วินาที ขึ้นไปในการหมุนใบพัดกังหันลม หากมีลมแรงมากไปก็สามารถปรับม้วนใบเก็บให้เหลือสำหรับรับแรงลมเพียง 3 ใบ เพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน เมื่อไม่ต้องการใช้งานก็ม้วนใบเก็บทั้ง 6 ใบ

ส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันลมแบบระหัดฉุดน้ำ

1. ส่วนของใบพัด ก้านใบทำจากไม้ยึดติดกับแกนหมุน ใบรับลมทำจากเสื่อลำแพนหรือผ้าใบ ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แผ่นพลาสติก มีจำนวน 6 ใบ แกนหมุนตั้งในแนวนอนอยู่บนเสาไม้

2. เสาของกังหันลม ทำจากไม้จำนวน 2 ต้น ปักไว้เป็นคู่เพื่อรองรับแกนหมุน

3. สายพานขับแกนเพลา ทำจากเชือกที่มีความเหนียวและทนต่อแรงเสียดสี ทำหน้าที่ถ่ายแรงจากการหมุนของแกนหมุนไปยังแกนเพลาให้หมุนตามเพื่อใช้ฉุดระหัดไม้

4. แกนเพลา ทำจากเหล็กหรือไม้กลม วางอยู่บนเสาไม้คู่เหนือพื้นดินที่พอเหมาะ มีซี่ไม้ลักษณะคล้ายเฟืองยึดติดกลางแกนเพลาเพื่อขับหมุนฉุดแผ่นระหัด

5. ส่วนของรางน้ำและระหัด ทำจากไม้ ลักษณะเป็นกล่องรางไม้ตัวยู (u) หงายขึ้น พาดเฉียงระหว่างท้องน้ำกับพื้นนาเกลือแล้วใช้ไม้แผ่นขนาดเท่าหน้าตัด ของกล่องรางน้ำทำระหัดเรียงต่อกันเป็นซี่ๆ ด้วยเชือกหรือโซ่ห่างกันพอประมาณเพื่อกักเก็บและฉุดน้ำเคลื่อนตัวจากที่ต่ำ ขึ้นที่สูง

- กังหันลมแบบสูบชักน้ำในปัจจุบัน กังหันลมแบบสูบชักเป็นกังหันลมชนิดหลายใบ ส่วนใหญ่ใช้ในการสูบน้ำจากบ่อ สระน้ำ หนองน้ำ และแหล่งน้ำอื่นๆ ที่มีความลึกไม่มากนัก มีความสามารถในการยกหรือดูดน้ำได้ในระยะที่สูงกว่าแบบระหัด เพื่อความแข็งแรงวัสดุที่ใช้ทำใบพัดและโครงสร้างเสาของกังหันลมชนิดนี้มักเป็นโลหะเหล็ก การติดตั้งแกนใบพัดสูงจากพื้นดินประมาณ 12-15 เมตร ตัวห้องเครื่องถ่ายแรงจะเป็นแบบข้อเหวี่ยงหรือเฟืองขับ กระบอกสูบน้ำมีขนาดตั้งแต่ 3-15 นิ้ว ปริมาณน้ำที่สูบได้ขึ้นอยู่กับขนาดกระบอกสูบน้ำและปริมาณความเร็วลม กังหันลมเริ่มหมุนทำงานที่ความเร็วลม 3.0 เมตร/วินาที ขึ้นไปและสามารถทำงานต่อเนื่องได้ด้วยแรงเฉื่อยที่ความเร็วลม 2.0 เมตร/วินาที มีใบแพนหางเสือเป็นตัวควบคุม การหมุน มีระบบความปลอดภัยหยุดหมุนในกรณีที่ลมแรงเกินกำหนด

ส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันลมแบบสูบชักเพื่อสูบน้ำ

1. ใบพัด ทำจากเหล็กกาวาไนท์หรือแผ่นสังกะสีชนิดหนาอย่างดี ไม่เป็นสนิมทนทานต่อกำลังลม ทำหน้าที่รับแรงลมแล้วเปลี่ยนพลังงานจลน์จากลมเป็นพลังงานกลและส่งต่อไปยัง เพลาประธาน

2. ตัวเรือน ประกอบไปด้วยเพลาประธานหรือเพลาหลักทำด้วยเหล็กสแตนเลสที่มีความแข็งเหนียว ทนต่อแรงบิดสูง ชุดตัวเรือนเพลาประธานเป็นตัวหมุนถ่ายแรงกลเข้าตัวห้องเครื่อง ภายในห้องเครื่องจะเป็นชุดถ่ายแรงและเกียร์ที่เป็นแบบข้อเหวี่ยงหรือแบบ เฟืองขับ เพื่อถ่ายเปลี่ยนแรงจากแนวราบเป็นแนวดิ่งเพื่อดึงก้านชักขึ้นลง ใช้น้ำมันเป็นตัวหล่อลื่นในห้องเครื่อง

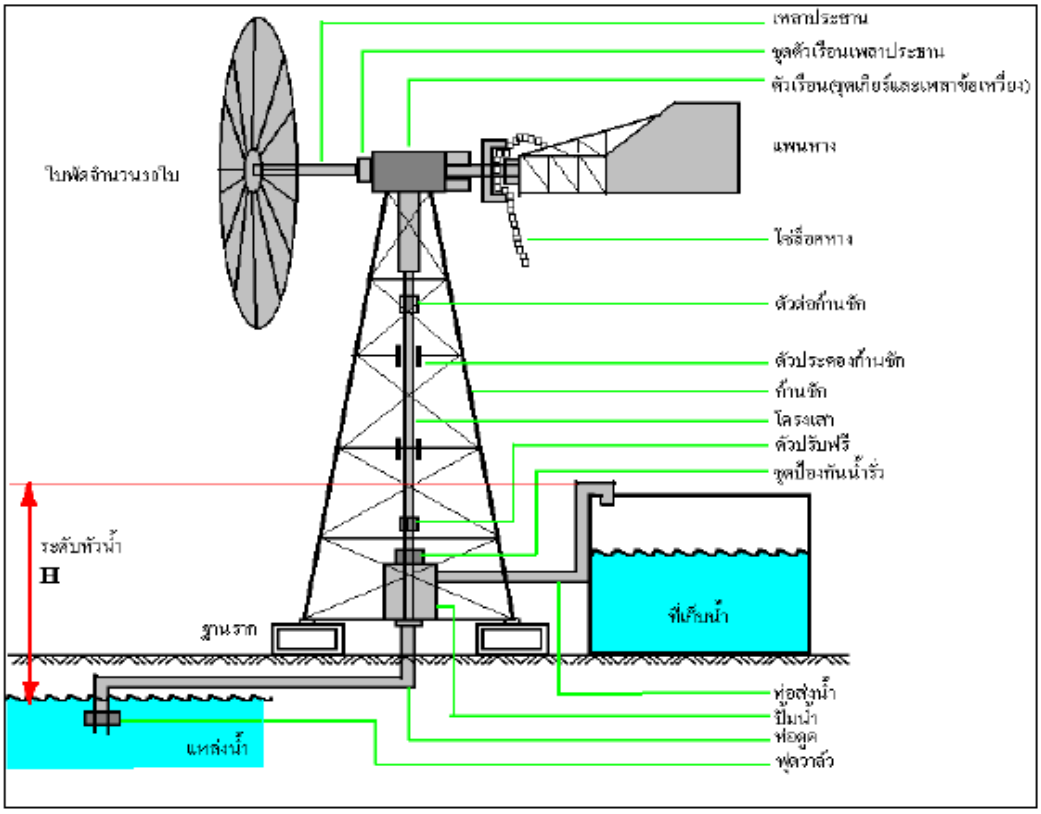
3. ชุดแพนหาง ประกอบไปด้วยใบแพนหางทำจากเหล็กแผ่น ที่ทำหน้าที่บังคับตัวเรือนและใบพัดเพื่อให้หันรับแรงลมในแนวราบได้ทุกทิศ ทาง และโซ่ล็อคแพนหางซึ่งทำหน้าที่ล็อคแพนหางให้พับขนานกับใบพัดเมื่อได้รับแรง ลมที่ความเร็วลมเกิน 8 เมตร/วินาที และส่ายหนีแรงปะทะของแรงลม

4. โครงเสา ทำด้วยเหล็กประกอบเป็นโครงถัก (Truss Structure) ความสูงของกังหันลมสูบน้ำ มีความสำคัญอย่างมากในการพิจารณาติดตั้งกังลม เพื่อให้สามารถรับลมได้ดี กำหนดที่ความสูงประมาณ 12-15 เมตร และมีแกนกลางเป็นตัวบังคับก้านชักให้ชักขึ้นลงในแนวดิ่ง

5. ก้านชัก ทำด้วยเหล็กกลมตัน รับแรงชักขึ้นลงในแนวดิ่งจากเฟืองขับในตัวเรือน เพื่อทำหน้าที่ปั๊มอัดกระบอกสูบน้ำ และถูกบังคับให้ชักขึ้นลงได้ในแนวดิ่งด้วยตัวประคองก้านชัก (Slip Control) ที่อยู่กึ่งกลางโครงเสาในแต่ละช่วง

6. กระบอกสูบน้ำ ลูกสูบของกระบอกสูบน้ำวัสดุส่วนใหญ่เป็นทองเหลืองหรือสแตนเลส มีความคงทนต่อกรดและด่าง สามารถรับแรงดูดและแรงส่งได้สูง มีหลายขนาดแต่ที่ใช้ทั่วไปมีขนาด 3 - 15 นิ้ว ใช้สูบน้ำได้ทั้งจากบ่อบาดาลและแหล่งน้ำตามธรรมชาติอื่นๆ การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับระยะหัวน้ำและการออกแบบ

7. ท่อน้ำ ซึ่งจะประกอบไปด้วยท่อดูดขนาด 2 นิ้ว ต่อระหว่างปั๊มน้ำกับแหล่งน้ำที่จะสูบและติดฟุตวาล์วกันน้ำไหลกลับ ท่อส่งขนาด 1.5 นิ้ว ต่อระหว่างปั๊มน้ำกับถังกักเก็บน้ำเพื่อส่งน้ำที่ดูดได้ไปไว้ที่ถังเก็บน้ำ



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของกังหันลมสูบน้ำ

3. พลังงานน้ำ

พลังงานน้ำ เป็นรูปแบบหนึ่งการสร้างกำลังโดยการอาศัยพลังงานของน้ำที่เคลื่อนที่ ปัจจุบันนี้พลังงานน้ำส่วนมากจะถูกใช้เพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้แล้วพลังงานน้ำยังถูกนำไปใช้ในการชลประทาน การสีการทอผ้า และใช้ในโรงเลื่อย พลังงานของมวลน้ำที่เคลื่อนที่ได้ถูกมนุษย์นำมาใช้มานานแล้วนับศตวรรษ โดยได้มีการสร้างกังหันน้ำ (Water Wheel) เพื่อใช้ในการงานต่างๆ ในอินเดีย และชาวโรมันก็ได้มีการประยุกต์ใช้เพื่อใช้ในการโม่แป้งจากเมล็ดพืชต่างๆ ส่วนผู้คนในจีนและตะวันออกไกลก็ได้มีการใช้พลังงานน้ำเพื่อสร้าง Pot Wheel เพื่อใช้ในวิดน้ำเพื่อการชลประทาน โดยในช่วงทศวรรษ 1,830 ซึ่งเป็นยุคที่การสร้างคลองเฟื่องฟูถึงขีดสุด ก็ได้มีการประยุกต์เอาพลังงานน้ำมาใช้เพื่อขับเคลื่อนเรือขึ้นและลงจากเขา โดยอาศัยรางรถไฟที่ลาดเอียง (Inclined Plane Railroad : Funicular) โดยตัวอย่างของการประยุกต์ใช้แบบนี้ อยู่ที่คลอง Tyrone ในไอร์แลนด์

เหนือ อย่างไรก็ตามเนื่องจากการประยุกต์ใช้พลังงานน้ำในยุคแรกนั้นเป็นการส่งต่อพลังงานโดยตรง (Direct Mechanical Power Transmission) ทำให้การใช้พลังงานน้ำในยุคนั้นต้องอยู่ใกล้แหล่งพลังงาน เช่น น้ำตก เป็นต้น ปัจจุบันนี้ พลังงานน้ำได้ถูกใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้า ทำให้สามารถส่งต่อพลังงานไปใช้ในที่ที่ห่างจากแหล่งน้ำได้

พลังงานน้ำเกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานศักย์จากความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การนำเอาพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ทำได้โดยให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์ของน้ำถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนนี้คือ กังหันน้ำ (Turbines) น้ำที่มีความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วให้พลังงานจลน์แก้กังหันน้ำ ซึ่งหมุนขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในปัจจุบันพลังงานที่ได้จากแหล่งน้ำที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ พลังงานน้ำตก พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น

พลังงานน้ำตก การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำนี้ทำได้โดยอาศัยพลังงานของน้ำตก ออกจากน้ำตามธรรมชาติ หรือน้ำตกที่เกิดจากการดัดแปลงสภาพธรรมชาติ เช่น น้ำตกที่เกิดจากการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ น้ำตกจากทะเลสาบบนเทือกเขาสู่หุบเขา กระแสน้ำในแม่น้ำไหลตกหน้าผา เป็นต้น การสร้างเขื่อนกั้นน้ำและให้น้ำตกไหลผ่านกังหันน้ำซึ่งติดอยู่บนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำลังงานน้ำที่ได้จะขึ้นอยู่กับความสูงของน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่ปล่อยลงมา

พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง มีพื้นฐานมาจากพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของระบบที่ประกอบด้วยดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ จึงจัดเป็นแหล่งพลังงานประเภทใช้แล้วไม่หมดไป สำหรับในการเปลี่ยนพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า คือ เลือกแม่น้ำหรืออ่าวที่มีพื้นที่เก็บน้ำได้มากและพิสัยของน้ำขึ้นน้ำลงมีค่าสูงแล้วสร้างเขื่อนที่ปากแม่น้ำหรือปากอ่าว เพื่อให้เกิดเป็นอ่างเก็บน้ำขึ้นมา เมื่อน้ำขึ้นจะไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ และเมื่อน้ำลงน้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ การไหลเข้าออกจากอ่างของน้ำต้องควบคุมให้ไหลผ่านกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันน้ำหมุนก็จะได้ไฟฟ้าออกมาใช้งานหลักการผลิตไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลงมีหลักการเช่นเดียวกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำตก แต่กำลังที่ได้จากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงจะไม่ค่อยสม่ำเสมอเปลี่ยนแปลงไปมากในช่วงขึ้นลงของน้ำ

พลังงานคลื่น เป็นการเก็บเกี่ยวเอา พลังงานที่ลม ถ่ายทอดให้กับผิวน้ำในมหาสมุทรเกิดเป็นคลื่นวิ่งเข้าสู่ชายฝั่งและเกาะแก่งต่างๆเครื่องผลิต ไฟฟ้าพลังงานคลื่นจะถูกออกแบบให้ลอยตัวอยู่บนผิวน้ำบริเวณหน้าอ่าวด้านหน้าที่หันเข้าหา คลื่น การใช้คลื่นเพื่อผลิตไฟฟ้านั้นถ้าจะให้ได้ผลจะต้องอยู่ในโซนที่มียอดคลื่นเฉลี่ยอยู่ที่ 8 เมตร ซึ่งบริเวณนั้นต้องมีแรงลมด้วย แต่จากการวัดความสูงของยอดคลื่นสูงสุดในประเทศไทยที่จังหวัดระนอง พบว่า ยอดคลื่นสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4 เมตร

ประโยชน์ของพลังงานน้ำ โดยทั่วไปการใช้พลังงานน้ำให้เป็นประโยชน์อาจพิจารณาได้ดังนี้ คือ

- พลังงานน้ำเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่หมดสิ้น คือเมื่อใช้พลังงานของน้ำส่วนหนึ่งไปแล้วน้ำส่วนนั้นก็จะไหลลงสู่ทะเลและน้ำในทะเลเมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ก็จะระเหยกลายเป็นไอน้ำ เมื่อไอน้ำรวมตัวเป็นเมฆจะตกลงมาเป็นฝนหมุนเวียนกลับมาทำให้เราสามารถใช้พลังงานน้ำได้ตลอดไปไม่หมดสิ้น

- กังหันพลังงานน้ำสามารถเริ่มดำเนินการผลิตพลังงานได้ในเวลาอันรวดเร็ว และควบคุมให้ผลิตกำลังงานออกมาได้ใกล้เคียงกับความต้องการ อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงมาก ชิ้นส่วนของเครื่องกลพลังงานน้ำส่วนใหญ่จะมีความคงทน และมีอายุการใช้งานนานกว่าเครื่องจักรกลอย่างอื่น

- เมื่อนำพลังงานน้ำไปใช้แล้ว น้ำยังคงมีคุณภาพเหมือนเดิมทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก เช่น เพื่อการชลประทาน การรักษาระดับน้ำในแม่น้ำให้ไหลลึกพอแก่การเดินเรือ เป็นต้น

- การสร้างเขื่อนเพื่อกักเก็บและทดน้ำให้สูงขึ้น สามารถช่วยกักน้ำเอาไว้ใช้ในช่วงที่ไม่มีฝนตก ทำให้ได้แหล่งน้ำขนาดใหญ่สามารถใช้เลี้ยงสัตว์น้ำหรือใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวได้ และยังช่วยรักษาระบบนิเวศของแม่น้ำได้โดยการปล่อยน้ำจากเขื่อนเพื่อไล่น้ำโสโครกในแม่น้ำที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ไล่น้ำเค็มซึ่งขึ้นมาจากทะเลก็ได้

กังหันน้ำที่ได้จากพลังงานทดแทน

กังหันน้ำแบบทุ่นลอย (Floatation Type Water Wheel Pump) หรือกังหันน้ำชัยพัฒนาออกแบบสร้างขึ้นเพื่อติดตั้งในแม่น้ำลำธารเป็นกันหันน้ำชนิดหนึ่งสะเทินน้ำสะเทินบกเคลื่อนย้ายได้ง่าย กล่าวคือ เมื่อติดตั้งอยู่ในแม่น้ำลำธาร ตัวของมันเองจาสามารถลอยน้ำอยู่ได้บนผิวน้ำละจะสามารถปรับตัวของมันเองตามสภาพน้ำขึ้นน้ำลง

ส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันน้ำแบบทุนลอย

1. ทุ่นลอยคล้ายตอปิโด จำนวน 2 ทุ่น

2. วงล้อใบพัด ทำด้วยเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร กว้าง 1.2 เมตร

3. ใบพัด ขนาด 0.6×1.2 เมตร จำนวน 12 ใบ ใบพัดนี้จะช่วยขับส่งกำลังไปยังเครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบชักด้วยเฟืองจานโซ่และสายพาน

หลักการทำงานของกังหันน้ำแบบทุนลอย

กังหันน้ำแบบทุ่นลอยจะมีโครงสร้างเป็นลักษณะรูป 12 เหลี่ยม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร มีซองน้ำที่สมารถบรรจุน้ำได้จำนวน 110 ลิตร ติดตั้งโดยรอบจำนวนซอง มีการเจาะรูที่ซองน้ำให้พรุน เพื่อให้น้ำไหลกระจายเป็นฝอย ซองน้ำนี้จะถูกขับเคลื่อนให้หมุนโดยรอบ ระบบส่งกำลังด้วยเฟืองเกียร์ทอรอบหรือ จานโซ่ ซึ่งจะทำให้การหมุนเคลื่อนที่ของซองน้ำ ยกน้ำขึ้นไปสาดกระจายเป็นฝอยเหนือผิวน้ำด้วยความสูงประมาณ 1 เมตร ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศกว้างขวางมากขึ้น เป็นผลทำให้ออกซิเจนในอากาศละลายเข้าไปในน้ำได้อย่างรวดเร็ว และในขณะที่น้ำเสียถูกยกขึ้นไปสาดกระจายสัมผัสกับอากาศแล้วตกลงไปยังผิวน้ำ ก่อให้เกิดฟองอากาศจมตามลงไปใต้ผิวน้ำด้วย อีกทั้งในขณะที่ซองน้ำกำลังเคลื่อนที่ลงสู่ผิวน้ำแล้วกดลงไปใต้ผิวน้ำนั้น จะเกิดการอัดอากาศภายในซองน้ำภายใต้ผิวน้ำจนกระทั่งซองน้ำจมน้ำเต็มที่ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้สูงขึ้นตามไปด้วย หลังจากนั้นน้ำที่ได้รับการเติมอากาศแล้ว จะเกิดการถ่ายเทของน้ำเคลื่อนที่ออกไปด้วยการผลักดันของซองน้ำด้วยความเร็วของการไหล 0.2 เมตรต่อวินาที จึงสามารถผลักดันน้ำออกไปจากเครื่อง มีระยะทางประมาณ 10 เมตร

ภาพที่ 10 ส่วนประกอบของกังหันน้ำแบบทุนลอย

คุณสมบัติของของไหล

คุณสมบัติเบื้องต้นของของไหลที่เข้ามาเกี่ยวของกับปั๊มมีหลายอย่างด้วยกัน

1. ความหนาแน่น (Density, ρ)

อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่นความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 4 °c เป็นต้น

2. น้ำหนักจำเพาะ (Specific Weight, γ)

อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ค่าน้ำหนักจำเพาะขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลกและความหนาแน่น

โดยสมการ $\gamma = \rho g$ (1)

เมื่อ g = ความเร่งที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลก

น้ำหนักจำเพาะของน้ำ = 9,810 นิวตันต่อลูกบาศก์เมตร

3. ความถ่วงจำเพาะ หรือ ถ.พ. (Specific Gravity)

อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักจำเพาะ หรือความหนาแน่น ของวัสดุหรือน้ำหนักจำเพาะ หรือความหนาแน่น ของน้ำที่อุณหภูมิมาตรฐาน โดยปกติใช้ 4 °c หรือ 39.24 °F ซึ่งความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1

4. **ความข้นเหนียว (Viscosity)**

เป็นคุณสมบัติของไหลที่เนื่องมาจากการเกาะกันระหว่างโมเลกุลชนิดเดียวกัน (Cohesive) แล้วก่อให้เกิดความต้านทานต่อการไหลขึ้น คุณสมบัติข้อนี้จะมีผลหรือเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการไหลเท่านั้น ความข้นเหนียวของของไหลจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ความข้นเหนียวที่ใช้มีอยู่ 2 แบบ คือ Dynamic Viscosity (μ) มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเมตรวินาที และ Kinematic Viscosity (ν) มีหน่วยเป็นตารางเมตรต่อวินาที ซึ่งเท่ากับ Dynamic Viscosity หารด้วยความหนาแน่น

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2)$$

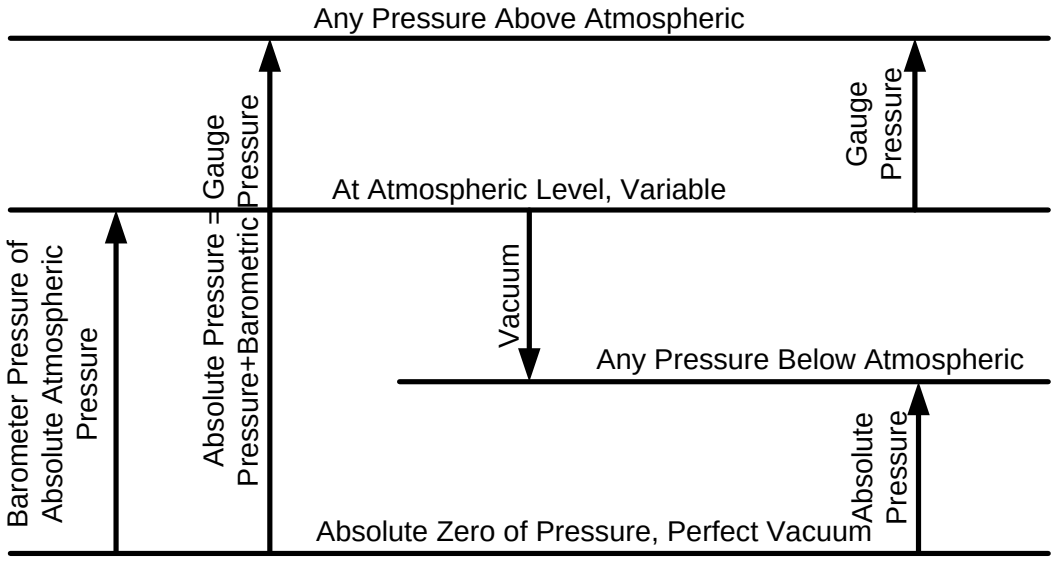
ความดันไอ (Vapor Pressure) ความดันไอของของเหลวก็คือโมเลกุลที่เกิดจากโมเลกุลในรูปอิ่มตัว (Saturated Vapor) เหนือผิวหน้าของของเหลวที่อุณหภูมิที่กำหนดให้ เมื่อความดันไอของของเหลวเท่ากับความกดดันของบรรยากาศหรือความกดดันที่อยู่รอบ ๆ ของเหลวนั้นก็จะเดือด เช่น ความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 100 °c และที่ระดับน้ำทะเลจะเท่ากับความกดดันของบรรยากาศ เป็นต้น อาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า ความดันไอที่อุณหภูมิหนึ่งก็คือความดันสมบูรณ์ (Absolute Pressure) ซึ่งจะทำให้ของเหลวเดือดที่อุณหภูมินั้น ความดันไอจะมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

คุณสมบัติของของเหลวข้อนี้มีความสำคัญอย่างมากต่อการทำงานของปั๊มทางด้านดูด (Suction Side) โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าของเหลวที่ต้องการสูบมีอุณหภูมิสูงหรือเป็นของเหลวที่ระเหยได้ง่าย ทั้งนี้เพราะว่าถ้าความดันของของเหลวในปั๊มส่วนนี้ลดลงจนถึงความดันไอแล้วจะทำให้ของเหลวเดือดกลายเป็นไอ และจะเป็นผลทำให้อัตราการสูบของปั๊มลดลงหรือไม่มีของเหลวไหลเข้ามาสู่ปั๊มเลย ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้ความดันภายในเรือนปั๊ม (Casing) สูงกว่าความดันไอของของเหลวอยู่ตลอดเวลา

4. ความดันและเฮด

ในการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของปั๊ม จำเป็นต้องทราบทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับของเหลว ความดันและหัวน้ำหรือเฮดของปั๊ม

ความดันของบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของบรรยากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่บนผิวโลกแต่เนื่องจากว่าลักษณะการวัดความดันมี 2 แบบ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ความดันบรรยากาศ

จากภาพที่ 11 ความดันของบรรยากาศมีค่าศูนย์อย่างแท้จริงหรือไม่มีความดันเลยซึ่งเกิดขึ้นได้โดยการดูดอากาศออกหมดจนเป็นสุญญากาศที่แท้จริงเรียกว่า ความดันศูนย์สมบูรณ์ (Absolute Zero Pressure) ค่าความดันใด ๆ ที่วัดจากค่าความดันพื้นฐานนี้เรียกว่า ความดันสมบูรณ์ (Absolute Pressure, P_{abs}) รวมทั้งความดันของบรรยากาศซึ่งมีค่าประมาณเท่ากับ 101.325 กิโลกรัม-นิวตัน/ตารางเมตร หรือ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้วก็เป็นความดันสมบูรณ์ด้วย แต่เนื่องจากว่าอุปกรณ์ที่ใช้วัดเรียกว่า บาโรมิเตอร์ (Barometer) ค่าความกดดันของบรรยากาศที่วัดได้จึงเรียกว่า ความดันจากบาโรมิเตอร์ (Barometer Pressure, P_b) อุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันโดยทั่ว ๆ ไป เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าที่แตกต่างไปจากความกดดันของบรรยากาศ ค่าที่วัดได้เรียก ความดันจากเกจ์ (Gauge Gressure, P_g) ซึ่งอาจมีค่าได้ทั้งบวกและลบ จากรูปจะเห็นได้ว่าสามารถเปลี่ยนความดันจากเกจ์ให้เป็นความดันสมบูรณ์ได้โดย

ความดันสมบูรณ์ = ความดันจากบาโรมิเตอร์ + ความดันจากเกจ

$$P_{abs} = P_b + P_g \quad (3)$$

ค่าความกดดันของบรรยากาศ หรือความกดดันจากบาโรมิเตอร์อาจคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$P_b = 1013 - 0.1055\,EL \quad (4)$$

ในเมื่อ P_b เป็นความดันของบรรยากาศมีหน่วยเป็นมิลลิบาร์หนึ่งมิลลิบาร์ เท่ากับ 0.0145 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือคิดเป็นความสูงของแท่งน้ำที่ 4 °c ได้เท่ากับ 0.010197 เมตร และ EL เป็นระดับความสูงของพื้นผิวที่ต้องการทราบความกดดันเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมีหน่วยเป็นเมตร

ในการคำนวณเกี่ยวกับการติดตั้งปั๊ม ค่าความกดดันของบรรยากาศที่ใช้มีหน่วยเป็นความสูงของแท่งน้ำหรือเฮดเป็นเมตรค่าดังกล่าวจะคำนวณได้จากสมการ

$$H_P = 10.33 - 0.00108EL \quad (5)$$

เมื่อ H_P = ความกดดันบรรยากาศเทียบให้เป็นความสูงของแท่งน้ำที่ 4 °c มีหน่วย เป็นเมตร

เฮดความดัน (Pressure Head, H) ค่าความดันนอกจากจะบอกเป็นแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น นิวตันต่อตารางเมตร หรือปอนด์ต่อตารานิ้ว แล้ว ถ้าเป็นความดันของของเหลวก็มักจะนิยมบอกเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่จะก่อให้เกิดความดันที่กำหนดบนผิวหน้าซึ่งรองรับแท่งของเหลวนั้น ความดันซึ่งบอกเป็นแท่งวามสูงของของเหลวนี้เรียกว่า เฮดความดัน (Pressure Head)

ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P และเฮดความดัน H คือ

$$H = \frac{P}{\gamma} = \frac{P}{\rho g} \quad (6)$$

เมื่อ γ = น้ำหนักจำเพาะ

ρ = ความหนาแน่นของของเหลว

g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

เฮดความเร็ว (Velocity Head, H_V) ของเหลวที่ไหลในท่อหรือทางน้ำเปิดด้วยความเร็วใด ๆ นั้นมีพลังงานจลน์อยู่พลังงานในส่วนนี้เมื่อบอกในรูปของเฮด คือ

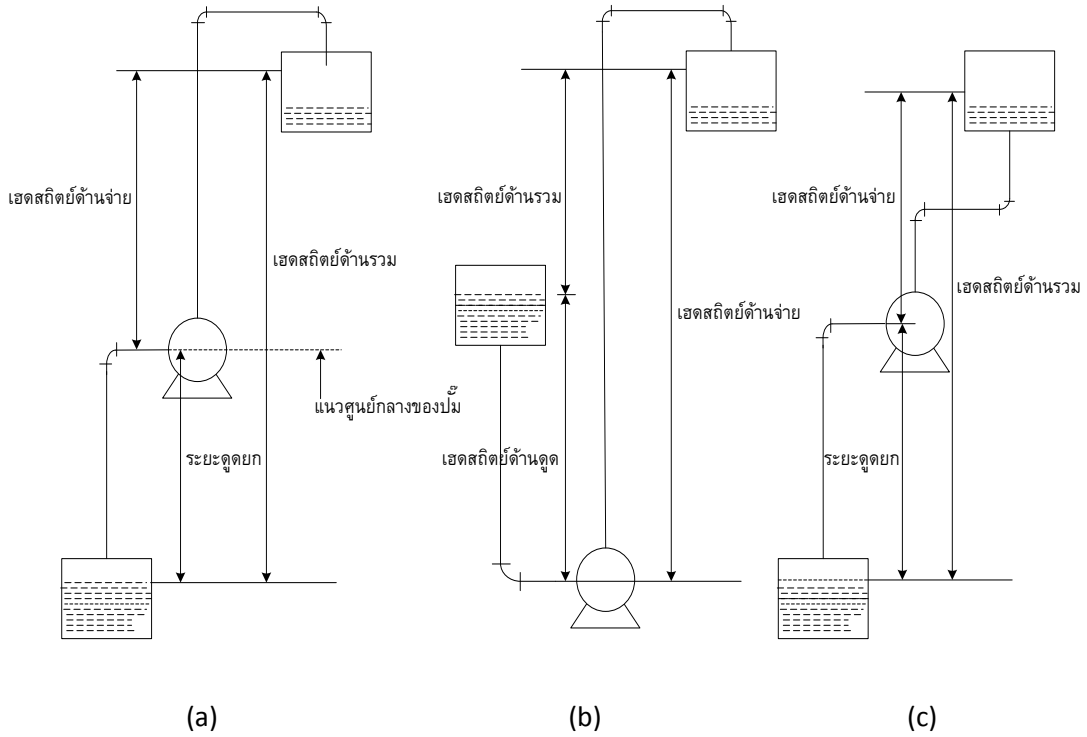
$$H_V = \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

เมื่อ v = ความเร็วของการไหล

g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

เฮดความเร็วอาจให้กำจัดความได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความสูงที่ของเหลวตกลงมาด้วย แรงดึงดูดของโลกจนได้ความเร็วเท่ากับความเร็วในการไหลของของเหลวนั้น

เฮดสถิตย์ (Static Head) ในการทำงานของปั๊มโดยทั่ว ๆ ไปของเหลวจะถูกเพิ่มพลังงานเพื่อให้มันไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งซึ่งอยู่สูงกว่า ความดันซึ่งคิดเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่กระทำต่อศูนย์กลางของปั๊มทั้งทางด้านดูดและด้านจ่ายในขณะที่ความเร็วของการไหลผ่านระบบเป็นศูนย์เรียกว่า เฮดสถิตย์ (Static Sead)

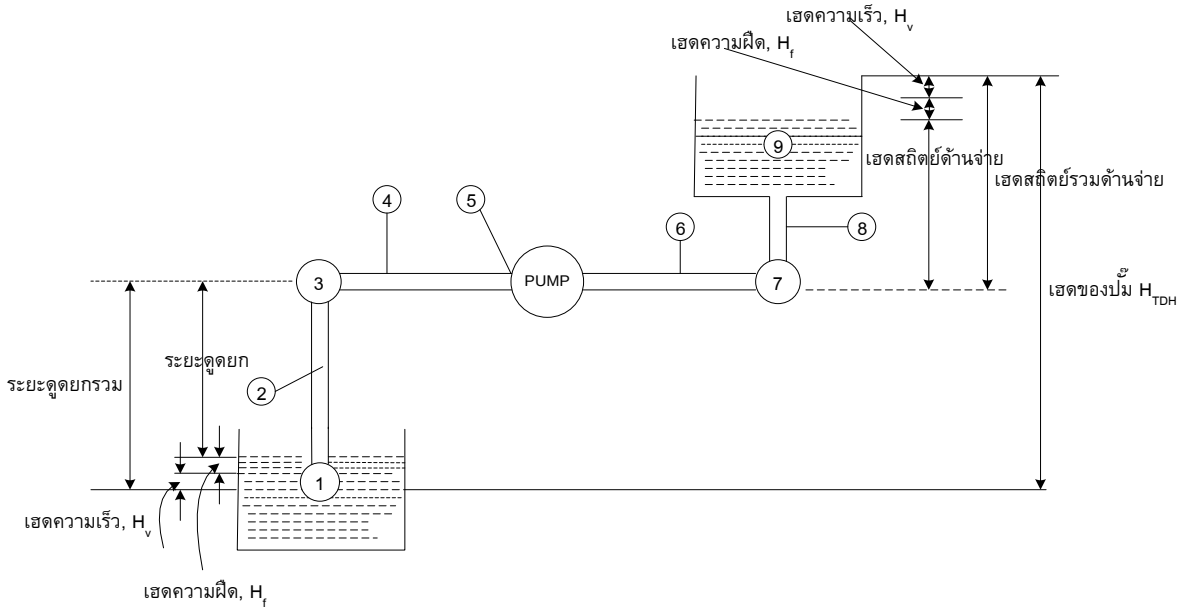


(a) (b) (c)

ภาพที่ 12 คำจำกัดความของเฮดสถิต

ระยะทางในแนวดิ่งที่บอกเป็นแท่งความสูงของของเหลว หรือเฮดจากศูนย์กลางของปั๊มถึงปลายของท่อจ่ายเรียกว่า เฮดสถิตย์ด้านจ่าย (Static Discharge Head) ระยะจากจุดศูนย์กลางของปั๊มถึงระดับผิวของของเหลวที่ปลายของท่อดูดซึ่งอยู่สูงกว่า (รูป b) เรียกว่า เฮดสถิตด้านดูด (Static Suction Head) ถ้าผิวของของเหลวอยู่ต่ำกว่า (รูป a และ รูป c) และความดันที่ศูนย์กลางของปั๊มจะมีค่าเป็นลบ ในกรณีนี้จะเรียกว่า ระยะดูดยก (Static Suction Lift)

เฮดรวมสถิตย์รวม (Total Static Head) ก็คือผลต่างทางพีชคณิตของเฮดสถิตด้านจ่าย (Static Discharge Head) กับเฮดสถิตด้านดูด (Static Suction Head) ค่าดังกล่าวนี้เป็นเฮดต่ำสุดที่ปั๊มจะต้องเพิ่มให้แก่ของเหลวก่อนที่จะมีการไหลเกิดขึ้น



ภาพที่ 13 ตำแหน่งที่เกิดการสูญเสียพลังงานหรือเฮดในระบบท่อและอุปกรณ์

จุดที่ 1 เป็นการเสียเฮดความเร็วเนื่องจากการไหลเข้าท่อ (Entrance Loss) ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปทรงและอุปกรณ์ที่ปลายท่อดูด

จุดที่ 2 เป็นการเสียเฮดเนื่องจากความฝืดระหว่างของเหลวกับผนังท่อ

จุดที่ 3 เป็นการเสียเฮดเนื่องจากมีการเปลี่ยนทิศทางการไหล

จุดที่ 4 เป็นการเสียเฮดในเส้นท่อเหมือนจุดที่ 2

จุดที่ 5 เป็นการเสียเฮดที่อุปกรณ์ทางด้านดูดของปั๊มลบด้วยเฮดความฝืดทั้งหมดทางด้านดูด

สำหรับทางด้านจ่ายก็เช่นเดียวกัน คืออาจจะรวมการเสียเฮดที่จุดที่ 6 ถึง 9 เข้าด้วยกันเป็นเฮดความฝืด และเฮดรวมด้านจ่าย (Total Discharge Head) ที่เกิดขึ้นจริงในขณะที่ปั๊มการทำงานจะเท่ากับเฮดสถิตย์ด้านจ่ายรวมกับเฮดความฝืดทั้งหมดทางด้านจ่าย

เฮดรวม (Total Dynamic Head) หรือ Total Discharge Head (TDH) คือพลังงานทั้งหมดที่บอกในรูปของเฮดที่ปั๊มจะต้องเพิ่มให้แก่ของเหลวเพื่อของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อด้วยอัตราที่กำหนด หรือ

$$TDH = \text{Total Static Head} + \text{Friction Head} \quad (8)$$

จะเห็นได้ว่า ในส่วนของเฮดสถิตนั้นมีค่าคงที่ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้งของระบบ แต่เฮดความฝืดจะแปรผันไปตามอัตราการไหลผ่าน

5. การไหลในท่อปิด

ในงานที่มีการใช้ปั๊มขนส่งของเหลวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ท่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันมากที่สุดจนอาจจะกล่าวได้ว่าท่อเป็นส่วนหนึ่งของปั๊ม การไหลของของเหลวในท่อเมื่อร่วมใช้กับปั๊มนี้ส่วนมากจะเป็นการไหลแบบเต็มท่อซึ่งมีกฎเกณฑ์ในการคำนวณแตกต่างไปจากการไหลในทางน้ำเปิด ลักษณะการไหลในท่ออาจจะจำแนกออกได้โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลเมื่อเทียบกับเวลาสถานที่ และแรงเฉื่อย (Forces of Inertia) ซึ่งอยู่กับความหนาแน่นของของเหลวเมื่อเทียบกับแรงหนืด (Forces of Viscosity) ได้กล่าวการไหลในท่อปิดดังต่อไปนี้

เมื่อความเร็วของการไหลที่จุดใดจุดหนึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา การไหลนั้นเรียกว่า Steady Flow ถ้าเปลี่ยนไปตามเวลาเรียกว่า Unsteady Flow

ถ้าความเร็วของการไหลในขณะใดขณะหนึ่งไม่เปลี่ยนขนาดและทิศทางตลอดระยะทางของเส้นสายน้ำ (Streamline) การไหลนั้นเรียกว่าเป็น Uniform Flow ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็จะเป็นการไหลแบบ Non-Uniform Flow

สำหรับการเปรียบเทียบแรงเฉื่อยกับแรงหนืดนั้นก็เพื่อจะดูว่ามวลของของเหลวที่ไหลอยู่ในท่อนั้นมีการไหลวนและกระแทกกระทั้นกันมากน้อยอย่างไร ถ้าหากแรงหนืดมีค่าสูงเมื่อเทียบกับแรงเฉื่อย การไหลของของเหลวจะมีลักษณะคล้ายกับแผ่นขนานกันไป การไหลในลักษณะดังกล่าวนี้ก็เรียกว่าเป็นการไหลแบบ Laminar Flow แต่ถ้าหากแรงหนืดมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับแรงเฉื่อย การไหลก็จะปั่นป่วน มวลของของเหลวจะมีการไหลวนการไหลในลักษณะนี้เรียกว่าเป็นการไหลแบบ Turbulent Flow

การที่จะบอกว่าการไหลในท่อใด ๆ เป็น Laminar Flow หรือ Turbulent Flow ก็จะพิจารณาจาก Reynolds Number (R_e) คือ

$$R_e = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{VD}{\nu} \quad (9)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของของเหลว

V = ความเร็วของการไหล

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ

μ = Dynamic Viscosity ของของเหลว

ν = Kinematic Viscosity ของของเหลว

ในทางปฏิบัติเราถือว่า R_e มีค่าไม่เกิน 2,000 การไหลเป็นแบบ Lamina ถ้ามากกว่านี้การไหลเป็นแบบ Turbulent

6. การเสียเฮดความฝืด

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการเสียเฮดหรือพลังงานเนื่องจากความฝืด (Friction Head Loss) ท่อตรง ไม่ว่าการไหลนั้นจะเป็นแบบ Lamina หรือ Turbulent คำนวณได้จากสูตรของ Darce – Weisbach คือ

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (10)$$

เมื่อ

h_f = การเสียเฮดเนื่องจากความฝืด บอกเป็นความสูงของของเหลว

f = สัมประสิทธิ์ของความฝืด

L = ความยาวของท่อ

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ

V = ความเร็วของการไหลในท่อ

g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

ค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด f ขึ้นอยู่กับทั้งคุณสมบัติของท่อและลักษณะการไหลว่าเป็นแบบ Lamina หรือ Turbulent ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวอาจหาได้จากสูตร

$$f = \frac{64}{R_e} \quad (\text{Lamina Flow, } R_e \leq 2{,}000) \tag{11}$$

เมื่อ Reynolds Number มีค่ามากกว่าประมาณ 3,000 การไหลจะเป็นแบบ Turbulent เสมอ ไม่ว่าผนังท่อจะเรียบสม่ำเสมอเท่าใดก็ตาม ในกรณีนี้สัมประสิทธ์ของความฝืดจะขึ้นอยู่กับ R_e และอัตราส่วนระหว่างความขรุขระของผนังท่อต่อความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน $\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)$

ค่าสัมประสิทธ์ของความฝืด f ของทั้งสองกรณีนี้คำนวณได้จากสูตร

ก. เมื่อผนังท่อเรียบ (Hydraulically Smooth)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\left(\frac{R_e\sqrt{f}}{2.51}\right) \tag{12}$$

ข. เมื่อผนังท่อขรุขระมากจนทำให้การไหลเป็นแบบ Turbulent อย่างแท้จริง

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\left(3.7\frac{D}{\varepsilon}\right) \tag{13}$$

ค. ในกรณีที่การไหลเป็นแบบ Turbulent แต่ความขรุขระของผนังท่อยู่ระหว่างสองกรณีข้างต้น ค่าสัมประสิทธ์ของความฝืด f จะขึ้นอยู่กับ R_e และอัตราส่วนระหว่างความขรุขระของผนังท่อต่อความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน $\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)$

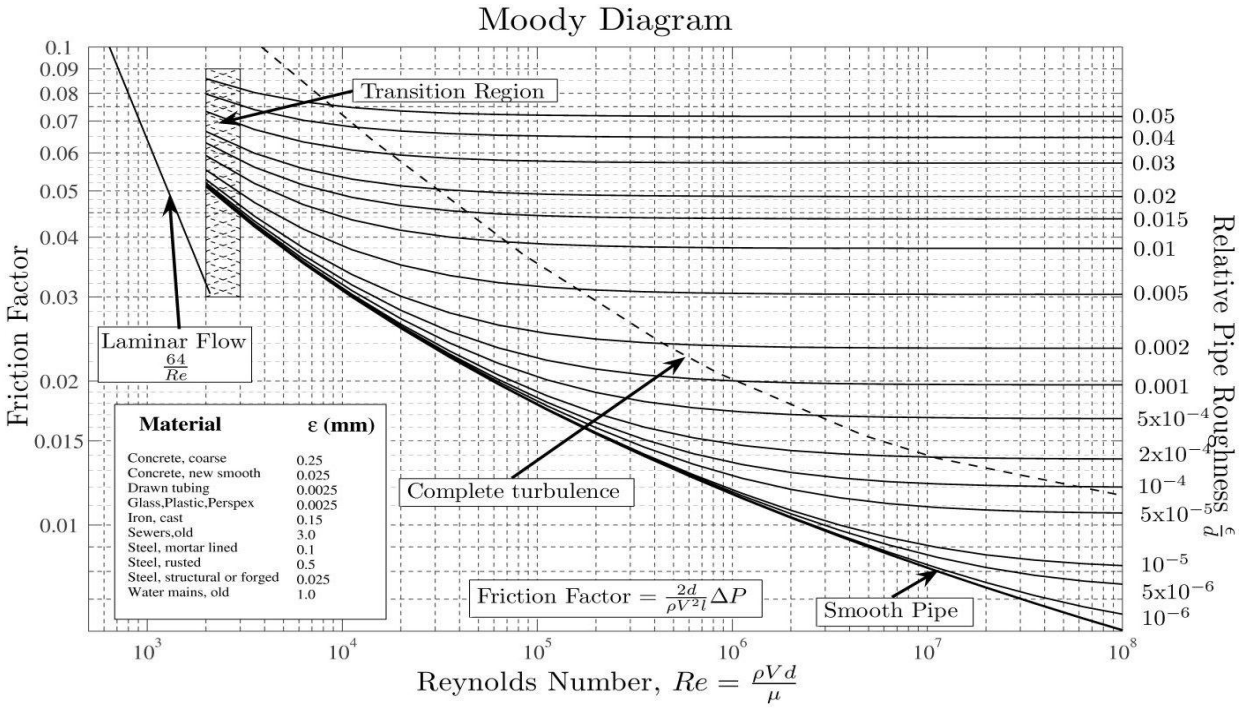
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{\varepsilon}{3.1D} + \frac{2.51}{R_e\sqrt{f}}\right) \tag{14}$$

ค่าความขรุขระของผนังท่อใหม่ซึ่งจำเป็นต้องใช้ร่วมกับ Moody Diagram

เมื่อท่อมีอายุการใช้งานมากขึ้นผนังท่ออาจจะผุกร่อนหรือมีสนิมทำให้ความขรุขระมากสูงขึ้น สำหรับท่อน้ำที่ทำด้วยเหล็ก ความขรุขระเมื่อมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นอาจประมาณได้จาก

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + t\alpha \quad (15)$$

เมื่อ ε = เป็นความขรุขระเมื่อท่อท่อมีอายุใช้งาน t ปี



ภาพที่ 14 Moody Diagram สำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืด

ตารางที่ 1 ความขรุขระเฉลี่ยของผนังท่อใหม่

ชนิดของท่อ	ε (ft.)	ε (mm.)
ท่อแก้ว ท่อรีดจากทองเหลือง ทองแดงและตะกั่ว	เรียบ	เรียบ
ท่อเหล็กเหนียว	1.5×10^{-4}	0.045
ท่อเหล็กห่ออาบยางมะตอย	4.0×10^{-4}	0.12
ท่อเหล็กชุบสังกะสี	5.0×10^{-4}	0.15
ท่อเหล็กหล่อธรรมดา	8.5×10^{-4}	0.26
ท่อไม้	2.0×10^{-4}	0.61
ท่อคอนกรีต	4.0×10^{-4}	1.22
ท่อเหล็กม้วนต่อด้วยหมุดย้ำ	6.0×10^{-4}	1.83
ท่อโลหะลูกฟูก	0.1-0.2	30-60
อุโมงค์ขนาดใหญ่ ดาดด้วยคอนกรีต หรือเหล็ก	0.002-0.004	0.6-1.2
อุโมงค์ที่เจาะด้วยการระเบิดหิน	1-2	300-600

ε_0 = ความขรุขระเมื่อเริ่มใช้งาน

α = สัมประสิทธิ์ที่ได้จากการทดลองซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง $0.002 - 0.007$

7. การเสียเฮดเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบท่อ

การสูญเสียรอง

เมื่อต้องการลดการสูญเสียเนื่องจากการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดให้น้อยลง อาจทำได้โดยใช้วิธีการค่อยๆ เพิ่มพื้นที่หน้าตัด เช่น การใช้ท่อบาน (Diffuser) ดังรูปที่ 2.12 การสูญเสียในลักษณะเช่นนี้หาค่าได้จากสมการ

$$h'_x = k' \frac{(v_1 \quad v_2)^2}{2g} \tag{16}$$

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล

$\frac{D_2}{D_1}$	**มุมกรวย α**						
	4°	10°	15°	20°	30°	50°	60°
1.2	0.02	0.04	0.09	0.16	0.25	0.35	0.37
1.4	0.03	0.06	0.12	0.23	0.36	0.5	0.53
1.6	0.03	0.07	0.14	0.26	0.42	0.57	0.61
1.8	0.04	0.07	0.15	0.28	0.44	0.61	0.65
2	0.04	0.07	0.16	0.29	0.46	0.63	0.68
2.5	0.04	0.08	0.16	0.3	0.48	0.65	0.7
3	0.04	0.08	0.16	0.31	0.48	0.66	0.71
4	0.04	0.08	0.16	0.31	0.49	0.67	0.72
5	0.04	0.08	0.16	0.31	0.5	0.67	0.72

ในกรณีที่ท่อยาวมากการสูญเสียรองอาจมีค่าน้อยมาก แต่ถ้าท่อสั้นการสูญเสียรองอาจมีค่ามากกว่าการสูญเสียหลัก

การสูญเสียพลังงานเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบท่อ เช่น ข้องอ ประตูน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นการสูญเสียส่วนน้อย (Miner Loss) อาจคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$h_L = K\frac{v^2}{2g} \qquad (17)$$

เมื่อ h_L = การเสียเฮดเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบท่อ

K = สัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหลซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของอุปกรณ์

v = ความเร็วของการไหล

g = ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหลขอข้อต่อท่อชนิดต่างๆ

ชนิดของข้อต่อ	**K**
Globe Valve, เปิดเต็มที่	10
Angle Valve, เปิดเต็มที่	5
ข้อโค้งกลับ (Close Return Bend)	2.2
สามทาง (Tee)	1.8
ข้องอ 90° (Short – Radius Elbow)	0.9
Square Edgee Inlet	0.5
ข้อโค้งรัศมีปานกลาง (Medium – Radius Elbow)	0.75
ข้อโค้งรัศมียาว (Long – Radius Elbow)	0.6
Inward Projecting Pipe	1
ข้องอ 45° (45° elbow)	0.42
Gate Valve, เปิดเต็มที่	0.19
Check Valve	2

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- เนินชะลอความเร็ว ขนาด 35 × 50 เซนติเมตร (ภาพที่ 15)
- สายยางอ่อน ขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว (ภาพที่ 16)
- วาล์วกันกลับ (Check Valve) (ภาพที่ 17)
- บล็อกเหล็ก (ภาพที่ 18)
- กระบอกตวง (ภาพที่ 19)

ภาพที่ 15 เนินชะลอความเร็วสำเร็จรูป

ภาพที่ 16 สายยางอ่อน

ภาพที่ 17 วาล์วกันกลับ

ภาพที่ 18 บล็อกเหล็ก

ภาพที่ 19 กระบอกตวง

วิธีการ

1. วางบล็อกเหล็ก บนพื้นกว้าง 2 เมตร ทำการวางบล็อกเหล็กบนพื้นถนน ที่มีขนาดกว้าง 2 เมตร ขึ้นไป ซึ่งจะใช้รถกระบะ 4 ประตู ในการทดสอบต่อไป (ภาพที่ 20)

ภาพที่ 20 การวางบล็อกเหล็ก

2. วางสายยางอ่อน (1, 2, 4, 5, 6 และ 7 เส้น) ลงบนบล็อกเหล็ก นำสายยางอ่อนวางทับลงบนบล็อกเหล็กที่วางไว้ก่อนแล้ว โดยวางให้กระจายๆอย่าให้สายยางอ่อนซ้อนทับกัน (ภาพที่ 21)

ภาพที่ 21 การวางสายยางอ่อนบนบล็อกเหล็ก

3. ทำการต่อวาล์วกันกลับกับสายยางอ่อนทั้ง 2 ด้าน นำวาล์วกันกลับมาต่อกับสายยางโดยให้มีทิศทางเข้าไปในสายยางอ่อน (ภาพที่ 22)

ภาพที่ 22 การต่อวาล์วกันกลับกับสายยางอ่อนด้านรับน้ำ

นำวาล์วกับกลับอีกตัวหนึ่งมาต่อกับสายยางโดยให้มีทิศทางออกจากสายยางอ่อน ซึ่งจะนำไปต่อกับสายยางแล้วนำขึ้นหอสูงต่อไป (ภาพที่ 23)

ภาพที่ 23 การต่อวาล์วกันกลับกับสายยางอ่อนด้านจ่ายน้ำ

4. นำสายยางที่ต่อกับวาล์วกันกลับด้านรับน้ำ จุ่มลงในแหล่งน้ำ โดยในที่นี้ใช้ถังน้ำแทนแหล่งน้ำจริง ส่วนสายยางที่ต่อวาล์วกันกลับด้านจ่ายน้ำนำขึ้นหอสูง ที่ระดับความสูง 4, 6, 8, 10 และ 12 เมตร ตามลำดับ เพื่อทำการทดสอบ เมื่อต่อวาล์วกันกลับกับสายยางแล้ว ให้นำไปจุ่มลงในแหล่งน้ำ โดยในที่นี้ใช้ถังน้ำแทนแหล่งน้ำจริง (ภาพที่ 24)

ภาพที่ 24 การนำสายยางที่ต่อกับวาล์วกันกลับด้านรับน้ำจุ่มลงในแหล่งน้ำจำลอง

ทำการทดสอบกับความสูงในระดับต่างๆ (4, 6, 8, 10 และ 12 เมตร) โดยได้ใช้หอสูงที่ห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์ ซึ่งมีความสูง 12 เมตร เพื่อทำการทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ (ภาพที่ 25)

ภาพที่ 25 หอสูงที่ใช้ในการทดสอบ

5. ทำการทดสอบ โดยใช้รถกระบะ 4 ประตู (น้ำหนัก 1,700 กิโลกรัม) เคลื่อนที่เหยียบ เครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ จำนวน 50 ครั้ง ในการทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ ได้ใช้รถกระบะ 4 ประตู ทำการทดสอบโดยการวิ่งผ่าน เดินหน้า-ถอยหลัง รวม 50 ครั้ง (ภาพที่ 26)

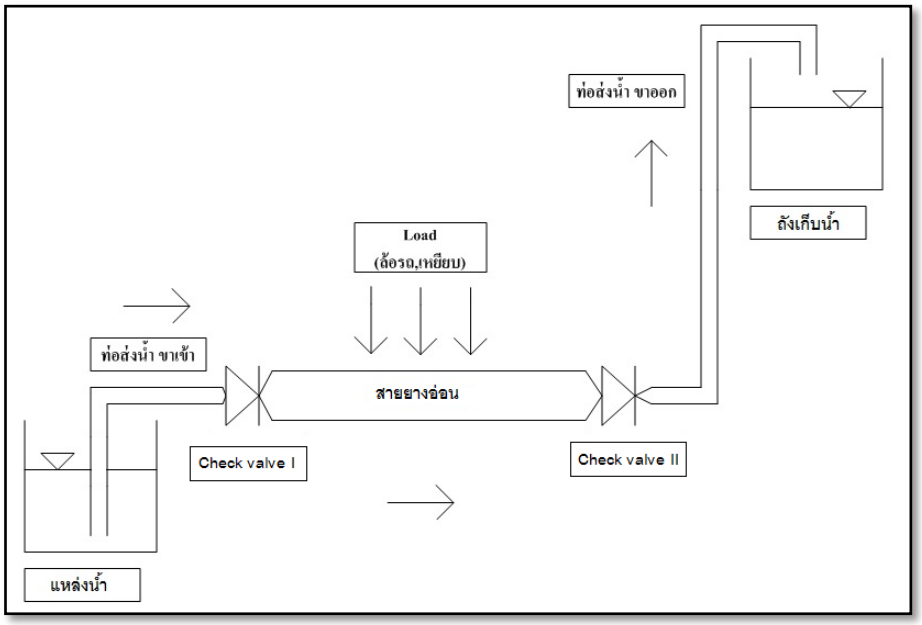
ภาพที่ 26 การใช้รถยนต์ทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ

6. บันทึกค่าปริมาณน้ำที่ได้จากการทดสอบ ในระดับการส่งน้ำที่ความสูง 4, 6, 8, 10 และ 12 เมตร ตามลำดับ โดยในแต่ละระดับจะทดสอบกับสายยางจำนวน 1, 2, 4, 5, 6 และ 7 เส้น เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้ของจำนวนสายยางในแต่ละระดับ ว่าจำนวนสายยางกี่เส้นจึงจะได้ปริมาณน้ำที่มากที่สุด การบันทึกค่าปริมาณน้ำนั้น จะใช้กระบอกตวงเก็บค่าและวัดค่า ในทุกระดับความสูง (ภาพที่ 27)

ภาพที่ 27 การเก็บค่าปริมาณน้ำที่ได้จากการทดสอบ

หลักการทำงาน

เมื่อมีแรงกดทับที่สายยางอ่อน จะทำให้น้ำที่อยู่ในสายยางอ่อนถูกบีบออกซึ่ง Check Valve I จะปิด น้ำที่ถูกบีบจะไหลออกทาง Check Valve II ซึ่งเปิดเมื่อมีการเพิ่มของแรงดัน แล้วน้ำก็จะถูกดันขึ้นไปเก็บในถังเก็บน้ำที่อยู่สูงขึ้นไป และเมื่อแรงกดทับหายไปสายยางอ่อนจะคืนตัวทำให้เกิดแรงดูดซ้ำอีกครั้งหนึ่งเพื่อนำน้ำเข้ามาในสายยาง ซึ่ง Check Valve II จะปิด น้ำจึงถูกดูดเข้ามาทาง Check Valve I แล้วระบบก็จะทำซ้ำไปอีก (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 หลักการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ

ทฤษฎีการคำนวณ

การที่จะปั๊มน้ำขึ้นไปบนที่สูงนั้น จะต้องมีแรงดันที่จะดันน้ำขึ้นไปมากกว่าเฮดความดันของความสูง ซึ่งสามารถคำนวณแรงดันน้ำได้จากสมการที่ 21 โดยค่าแรงกดทับจากล้อรถ (W) ซึ่งเป็นค่าคงที่ในสมการนั้น ได้มาจาก น้ำหนักของรถกระบะ 4 ประตู ที่ใช้ทำการทดสอบ ซึ่งมีน้ำหนัก 1,700 กิโลกรัม นำไปหารด้วยจำนวนล้อรถ 4 ล้อ จะได้ค่าแรงกดทับจากล้อรถ (W) เท่ากับ 425 กิโลกรัม และค่าพื้นที่รับแรงเหยียบของสายยาง 1 เส้น (A) ซึ่งเป็นค่าคงที่ในสมการนั้น ได้มาจาก ความยาวของเนินชะลอความเร็ว เท่ากับ 50 เซนติเมตร คูณด้วย ขนาดท่อตอนแบนสุด เท่ากับ 2.9 เซนติเมตร แล้วจะได้ค่าพื้นที่รับแรงเหยียบของสายยาง 1 เส้น (A) เท่ากับ 145 ตารางเซนติเมตร จากสมการที่ 21 เมื่อคำนวณแรงดันน้ำได้แล้ว นำแรงดันน้ำไปเทียบกับเฮดความดันในแต่ละระดับความสูง โดยถ้าแรงดันน้ำมีค่ามากกว่าเฮดความดันของระดับความสูงใดๆ แสดงว่าสามารถดันน้ำขึ้นไปในระดับความสูงนั้นๆได้ และถ้าแรงดันน้ำมีค่าน้อยกว่าเฮดความดันของระดับความสูงใดๆ แสดงว่าไม่สามารถดันน้ำขึ้นไปในระดับความสูงนั้นๆได้

ตัวอย่างการคำนวณแรงดันน้ำ

$$P = \frac{W}{A \times n} \quad (18)$$

เมื่อ P = แรงดันน้ำ (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

W = แรงกดทับจากล้อรถ (425 กิโลกรัม)

A = พื้นที่รับแรงเหยียบของสายยาง 1 เส้น (145 ตารางเซนติเมตร)

n = จำนวนสายยาง (เส้น)

h = เฮดความดัน (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

ตัวอย่างการคำนวณ ; n = 1 เส้น

$$P = \frac{W}{A \times n}$$

$$= \frac{425}{145 \times 1}$$

$$= 2.961 \text{ กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร}$$

นำ แรงดันน้ำ (F) เทียบกับ เฮดความดัน (h) โดย $F > h$;

P = 2.931 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

at 4 m. ;	h	=	0.4	กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร	ผ่าน
at 6 m. ;	h	=	0.6	กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร	ผ่าน
at 8 m. ;	h	=	0.8	กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร	ผ่าน
at 10 m. ;	h	=	1.0	กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร	ผ่าน
at 12 m. ;	h	=	1.2	กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร	ผ่าน

โดยในตารางที่ 4 ได้เปรียบเทียบแรงดันน้ำกับเฮดความดันไว้หมดแล้ว ซึ่งจะเห็นได้ว่า แรงดันน้ำที่สายยางจำนวน 1 และ 2 เส้น นั้น สามารถดันน้ำขึ้นไปได้ในทุกระดับความสูง (4, 6, 8, 10 และ 12 เมตร) ส่วนแรงดันน้ำที่สายยางจำนวน 4, 5, 6 และ 7 เส้น นั้น สามารถดันน้ำขึ้นไปได้เพียงบางระดับความสูงเท่านั้น นี่เป็นสาเหตุที่ทำให้การทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ ที่สายยางจำนวน 4, 5, 6 และ 7 เส้น ได้น้ำในปริมาณที่น้อย ส่วนการทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ ที่สายยางจำนวน 1 และ 2 เส้น ได้น้ำในปริมาณที่เยอะนั้น เพราะมีแรงดันน้ำที่สามารถดันน้ำขึ้นไปได้อย่างเต็มที่นั้นเอง

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบแรงดันน้ำกับเฮดความดัน

ระดับความสูง (เมตร)	เฮดความดัน, h (kg/cm^2)	จำนวนสายยาง (เส้น)	แรงดัน (kg/cm^2)	ตรวจสอบ
4	0.4	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ผ่าน
		5	0.586206897	ผ่าน
		6	0.488505747	ผ่าน
		7	0.418719212	ผ่าน
6	0.6	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน
8	0.8	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ไม่ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน
10	1	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ไม่ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบแรงดันน้ำกับเฮดความดัน (ต่อ)

ระดับความสูง (เมตร)	เฮดความดัน, h (kg/cm^2)	จำนวนสายยาง (เส้น)	แรงดัน (kg/cm^2)	ตรวจสอบ
12	1.2	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		3	0.977011494	ไม่ผ่าน
		4	0.732758621	ไม่ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำ

การหาแรงดันน้ำที่จะดันน้ำขึ้นสู่ถังเก็บน้ำ คำนวณหาได้จากสมการ

$$P = \frac{W}{(n \times D \times L)} \quad (19)$$

เมื่อ W = 425 กิโลกรัม

D = 2.9 เซนติเมตร

L = 50 เซนติเมตร

ใช้ n = 1 เส้น

$$P = \frac{425}{(1 \times 2.9 \times 50)}$$

$$= 2.961 \text{ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร}$$

การหาปริมาณน้ำในสายยางอ่อน คำนวณหาได้จากสมการ

$$V = \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right) \times L \times n \quad (20)$$

เมื่อ D = 1.9 เซนติเมตร

L = 50 เซนติเมตร

ใช้ n = 1 เส้น

$$V = \left(\frac{\pi \times (1.9)^2}{4}\right) \times 50$$

$$= 141.692 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

บทที่ 4

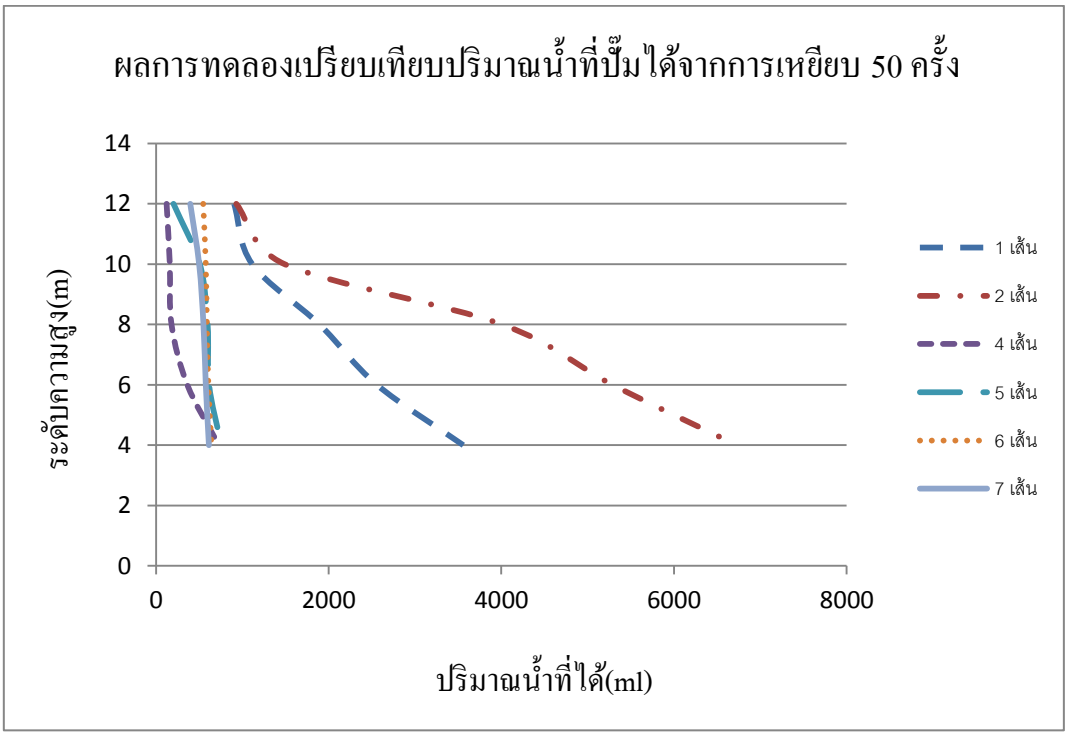
ผลการศึกษา

ผลการทดสอบ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ ซึ่งในกรณีศึกษานี้แบ่งออกเป็น 5 ระดับชั้นความสูง คือ 4, 6, 8, 10 และ 12 เมตร ด้วยสายยางจำนวน 1, 2, 4, 5, 6 และ 7 เส้น และทำการทดสอบด้วยรถกระบะ 4 ประตู น้ำหนักรวม 1,700 กิโลกรัม ตามสมมติฐานที่เราได้ตั้งไว้ตั้งแต่ต้นว่าสายยางจำนวน 1 เส้น จะมีประสิทธิภาพในการปั๊มน้ำมากกว่าสายยางจำนวน 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 เส้น ดังที่แสดงใน ภาพที่ 29 ผลปรากฏว่า สายยางจำนวน 2 เส้น มีประสิทธิภาพการให้ปริมาณน้ำได้มากกว่าสายยางจำนวน 1, 2, 4, 5, 6 และ 7 เส้น เพราะเมื่อน้ำหนักของรถที่กดทับลงบนสายยางจำนวน 2 เส้น จะทำให้สายยางบีบตัวได้มากจึงทำให้ได้ปริมาณน้ำที่เยอะ แต่เมื่อมีจำนวนสายยางเยอะจะทำให้น้ำหนักของรถที่กดทับลงบนสายยางเฉลี่ยกันออกไปทำให้สายยางแต่ละเส้นมีการบีบตัวที่น้อย จึงได้ปริมาณน้ำที่น้อยกว่าสายยางจำนวน 2 เส้น

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปั๊มได้จากการเหยียบ 50 ครั้ง

จำนวนสายยาง (เส้น)	ความสูง 4 เมตร	ความสูง 6 เมตร	ความสูง 8 เมตร	ความสูง 10 เมตร	ความสูง 12 เมตร
1	3,560	2,560	1,895	1,115	905
2	6,730	5,290	4,010	1,490	930
4	727	363	180	160	123
5	757	615	598	508	203
6	643	607	590	577	547
7	613	577	550	500	397



ภาพที่ 29 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปั๊มได้จากการเหยียบ 50 ครั้ง

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบ

สรุปผลการทดสอบ

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ ที่ได้ทำการทดสอบ 5 ระดับชั้นความสูง คือ 4, 6, 8, 10 และ 12 เมตร ด้วยจำนวนสายยาง 1, 2, 4, 5, 6 และ 7 เส้น เหยียบเป็นจำนวน 50 ครั้ง พบว่าประสิทธิภาพการปั๊มน้ำที่ได้ปริมาณน้ำมากที่สุด คือสายยางจำนวน 2 เส้น จากการศึกษาและทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบนี้สรุปได้ว่า การปั๊มน้ำด้วยเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบด้วยสายยางจำนวน 2 เส้น มีประสิทธิภาพมากกว่าการปั๊มน้ำด้วยเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบที่ใช้สายยางจำนวน 1, 4, 5, 6 และ 7 เส้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่ปัจจัยทางด้านความเร็ว น้ำหนัก และพื้นที่หน้าตัดของล้อรถ รวมถึงเนินชะลอความเร็วสำเร็จรูปเกิดการบิดตัวออกจากบล็อกเหล็กจึงทำให้น้ำหนักของรถที่กดทับลงบนสายยางได้ไม่ครบตามจำนวนทำให้ประสิทธิภาพการสูบน้ำของเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบน้อยลงไปด้วย โดยจากการทดสอบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบนั้น ทำให้ทราบว่าเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบยังสามารถที่จะใช้สำหรับดูดน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้อีกด้วย โดยการนำสายยางด้านรับน้ำเข้าจุ่มลงไปในบ่อน้ำบาดาล แล้วก็ปล่อยให้รถที่วิ่งผ่าน เหยียบเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ และถ้าเปลี่ยนจากสายยางอ่อนเป็นสายยางแบน อาจทำให้เครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้พลังงานจากเฮดความดันจากแหล่งน้ำเป็นตัวช่วย เนื่องจากสายยางแบนนั้นมีคุณสมบัติในการพองตัวเมื่อมีน้ำอยู่ในสายยางและจะแบนลงอย่างแบนเรียบเมื่อไม่มีน้ำอยู่ในสายยาง (ไม่สามารถคืนตัวได้เอง) เมื่อต่อเข้าระบบของเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ เฮดความดันจะดันน้ำเข้ามาในสายยางแบน จากคุณสมบัติของสายยางแบนนั้น เมื่อถูกเหยียบด้วยล้อรถ จะทำให้สายยางแบน มีลักษณะแบนเรียบไปกับพื้น นั่นหมายถึงสามารถดันน้ำขึ้นไปได้ทั้งหมดนั้นเอง ซึ่งอาจมีการศึกษาและพัฒนาเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเกี่ยวกับอายุการใช้งานของสายยางอ่อนเพื่อประเมินการใช้งานได้อย่างถูกต้อง

2. ควรศึกษาและทดสอบกับสายยางอ่อนขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อจะได้ปริมาณน้ำที่มากขึ้น

3. สามารถที่จะนำสายยางแบนมาใช้แทนสายยางอ่อนได้ ซึ่งอาจมีประสิทธิภาพมากกว่าสายยางอ่อนที่ใช้อยู่ก็เป็นได้ แต่จะต้องใช้แหล่งน้ำที่อยู่สูงกว่าตัวเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบด้วยนั้นเอง

เอกสารอ้างอิง

1. ชาญ ถนัดงาน.2523. กลศาสตร์ของไหล.23 บุ๊คเซนเตอร์, กรุงเทพมหานคร

2. บรรจงวรรธนะพงษ์. 2525.คู่มือเครื่องสูบน้ำพลังน้ำและกังหันน้ำสูบน้ำ.กรมชลประทาน ,กรุงเทพ ฯ

3. บรรจงวรรธนะพงษ์. 2542.เครื่องสูบน้ำพลังน้ำที่พัฒนาขึ้นอันเนื่องมาจากพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. กรมชลประทาน , กรุงเทพ ฯ

4. วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2529.ปั๊มและระบบสูบน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. สันติ ทองพำนัก. 2534. การไหลในทางน้ำเปิด (Flow in Open Channel). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ตัวอย่างการคำนวณแรงดันน้ำ

$$P = \frac{W}{A \times n} \quad (1)$$

เมื่อ P = แรงดันน้ำ (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

W = แรงกดทับจากล้อรถ (425 กิโลกรัม)

A = พื้นที่รับแรงเหยียบของสายยาง 1 เส้น (145 ตารางเซนติเมตร)

n = จำนวนสายยาง (เส้น)

h = เฮดความดัน (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

ตัวอย่างการคำนวณ ; n = 1 เส้น

$$P = \frac{W}{A \times n}$$

$$= \frac{425}{145 \times 1}$$

$$= 2.961 \text{ กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร}$$

ตารางผนวกที่ 1 การเปรียบเทียบแรงดันน้ำกับเฮดความดัน

ระดับความสูง (เมตร)	เฮดความดัน, h (kg/cm^2)	จำนวนสายยาง (เส้น)	แรงดัน (kg/cm^2)	ตรวจสอบ
4	0.4	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ผ่าน
		5	0.586206897	ผ่าน
		6	0.488505747	ผ่าน
		7	0.418719212	ผ่าน
6	0.6	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน
8	0.8	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ไม่ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน
10	1	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		4	0.732758621	ไม่ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน

ตารางผนวกที่ 1 การเปรียบเทียบแรงดันน้ำกับเฮดความดัน (ต่อ)

ระดับความสูง (เมตร)	เฮดความดัน, h (kg/cm^2)	จำนวนสายยาง (เส้น)	แรงดัน (kg/cm^2)	ตรวจสอบ
12	1.2	1	2.931034483	ผ่าน
		2	1.465517241	ผ่าน
		3	0.977011494	ไม่ผ่าน
		4	0.732758621	ไม่ผ่าน
		5	0.586206897	ไม่ผ่าน
		6	0.488505747	ไม่ผ่าน
		7	0.418719212	ไม่ผ่าน

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำ

การหาแรงดันน้ำที่จะดันน้ำขึ้นสู่ถังเก็บน้ำ คำนวณหาได้จากสมการ

$$P = \frac{W}{(n \times D \times L)} \quad (2)$$

เมื่อ W = 425 กิโลกรัม

D = 2.9 เซนติเมตร

L = 50 เซนติเมตร

ใช้ n = 1 เส้น

$$P = \frac{425}{(1 \times 2.9 \times 50)}$$

$$= 2.961 \text{ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร}$$

การหาปริมาณน้ำในสายยางอ่อน คำนวณหาได้จากสมการ

$$V = \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right) \times L \times n \quad (3)$$

เมื่อ D = 1.9 เซนติเมตร

L = 50 เซนติเมตร

ใช้ n = 1 เส้น

$$V = \left(\frac{\pi \times (1.9)^2}{4}\right) \times 50$$

$$= 141.692 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำที่ได้จากการทดสอบของเครื่องปั๊มน้ำพลังเหยียบ

จำนวนสายยาง (เส้น)	ความสูง 4 เมตร	ความสูง 6 เมตร	ความสูง 8 เมตร	ความสูง 10 เมตร	ความสูง 12 เมตร
1	3,560	2,560	1,895	1,115	905
2	6,730	5,290	4,010	1,490	930
4	727	363	180	160	123
5	757	615	598	508	203
6	643	607	590	577	547
7	613	577	550	500	397

ภาพผนวกที่ 1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปั๊มได้จากการเหยียบ 50 ครั้ง