บทที่ 3

หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

บทนำ

การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ กระทำได้โดยการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำผ่านท่อเหล็กขนาดใหญ่ หรือผ่านอุโมงค์คอนกรีตส่งต่อไปยังกังหันน้ำ (WATER TURBINE) ศูนย์กลางของตัวกังหันน้ำจะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำหน้าอ่างเก็บน้ำมาก ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดหัวความดัน "H" (HEAD OF WATER) เมื่อน้ำไหลผ่านกังหันน้ำ พลังงานของน้ำจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ทำให้กังหันน้ำมีการหมุนขึ้น วิศวกรจะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้กับแกนของกังหันน้ำ ดังนั้นเมื่อแกนกังหันน้ำหมุนจะเกิดปรากฏการณ์ขดลวดตัดเส้นแรงแม่เหล็ก มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ 3-7

แนวทางการผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำ

การผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศของเรา ซึ่งมีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินการ และมีรูปแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำหลายประเภทด้วยกัน คือ

1. ประเภทมีเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ (STORAGE RESERVOIR & DAM) เช่น เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนศรีนครินทร์ และ เขื่อนเขาแหลม เป็นต้น

2. ประเภทโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับ (PUMPED STORAGE DAM) เช่น เขื่อนศรีนครินทร์ เป็นต้น

3. ประเภทใช้ปริมาณการไหลของน้ำในลำน้ำ (RUN OF RIVER) เช่นเขื่อนท่าทุ่งนา เขื่อนปากมูล เป็นต้น

การผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำประเภทที่ 1 และ 2 มีลักษณะคล้ายกันกล่าวคือ ต้องมีการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ เพื่อเก็บกักปริมาณน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำเป็นจำนวนมาก และเป็นการยกระดับน้ำให้สูงขึ้นแล้วปล่อยปริมาณน้ำมาเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า แต่ประเภทที่ 2 ต่างจากประเภทที่ 1 ตรงที่สามารถสูบน้ำบางส่วนกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำแล้วนำกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้าใหม่ได้อีก การผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้ง 2 ประเภทมีลักษณะเป็นโครงการเอนกประสงค์ และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาเป็นจำนวนมาก ส่วนประเภทที่ 3 เป็นการสร้างเขื่อนหรือฝายขนาดเล็กเพื่ออัดทดน้ำในลำน้ำโดยไม่มีอ่างเก็บน้ำ แล้วอาศัยปริมาณน้ำที่ไหลมาในลำน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยประเภทที่ 3 นี้ จะให้พลังงานไฟฟ้าออกมาไม่มากเท่ากับประเภทที่ 1 และ 2

แต่เนื่องจากในช่วงระยะ 5 หรือ 6 ปีที่ผ่านมา โครงการไฟฟ้าขนาดใหญ่หลายโครงการมีลักษณะโครงการประเภทที่ 1 และ 2 ซึ่งต้องมีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ทำให้เสียพื้นที่ป่า สัตว์ป่าไร้ที่อยู่ และสิ่งแวดล้อมเสียไป มักจะได้รับการต่อต้านและคัดค้านจากกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทำให้โครงการต่าง ๆ ล้มเลิกไปหรือชลอการก่อสร้าง เพื่อเป็นการเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ และหลีกเลี่ยงปัญหาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมหรือการต่อต้านจากกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จึงควรที่จะพิจารณาศึกษาการผลิตไฟฟ้าด้วยประเภทที่ 3

<u>สมการที่ใช้ในการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า</u>

ในการคำนวณหาปริมาณไฟฟ้าที่จะสามารถผลิตออกมาโดยใช้พลังน้ำนั้น มีผลมาจากสมการอันแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำ (Q) กับความต่างระดับของน้ำหน้าเขื่อนและท้ายเขื่อน (H) จากความสัมพันธ์อันนี้จะทำให้คำนวณหาพลังงานของน้ำ ซึ่งสามารถแสดงได้ในหน่วยของกำลังม้า (HORSE POWER) และ KILOWATTS ได้ดังสมการต่อไปนี้

ระบบมาตราอังกฤษ

$$P_{(hp)} = \frac{Q \times H \times \gamma \times e}{550} \quad \ldots\ldots(1)$$

$$P_{(kw)} = \frac{Q \times H \times \quad \times e}{737} \quad \ldots\ldots(2)$$

$P_{(hp)}$ เป็นพลังงาน ซึ่งมีหน่วยเป็นกำลังม้า

$P_{(kw)}$ เป็นพลังงาน ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์

Q เป็นปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกังหันน้ำ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที

H เป็นความต่างระดับของน้ำหน้าเขื่อนและท้ายเขื่อนมีหน่วยเป็นฟุต

γ เป็นน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต

e เป็นประสิทธิภาพรวม (OVERALL EFFICIENCY)

550 เป็นจำนวนพลังงานมีหน่วยเป็น ฟุต - ปอนด์ ต่อวินาที ซึ่งเทียบเท่าหนึ่งกำลังม้า

737 เป็นตัวหารเปลี่ยนพลังงานจากฟุต - ปอนด์ ต่อวินาที ให้เป็นกิโลวัตต์

และถ้าให้ มีค่า 62.5 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต แล้วเราจะได้สมการใหม่ดังนี้

$$P_{(hp)} = \frac{Q \times H \times e}{8.8} \quad \ldots\ldots(3)$$

$$P_{(kw)} = \frac{Q \times H \times e}{11.8} \quad \ldots\ldots(4)$$

ระบบมาตราเมตริก

จาก 1เมตร = 3.28 ฟุต และ 1 ลูกบากศ์เมตร = 35.3 ลูกบากศ์ฟุต

$$P_{(hp)} = \frac{(Qx35.5)x(Hx3.28)xe}{8.8} = 13.13xQxHxe \quad .....(5)$$

$$P_{(kw)} = \frac{(Qx35.5)x(Hx3.28)xe}{11.8} = 9.8xQxHxe \quad .....(6)$$

เครื่องกังหันน้ำ (WATER TURBINE)

เครื่องกังหันน้ำ ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงพลังงานของน้ำให้มาเป็นพลังงานกล น้ำจากท่อส่ง PENSTOCK ผ่านเข้าไปในเครื่องกังหันน้ำเข้า ไปกระทบ BLADE ของตัวกังหันน้ำ และมีการเปลี่ยนทิศทางการไหล ทำให้เกิดแรงผลักดันเป็นเหตุให้ตัวกังหันน้ำหมุนได้ กังหันน้ำดังกล่าวประกอบไปด้วยชุดของ CURVED VANES หรือ BLADES หรือ BUCKETS ติดอยู่รอบแกนหมุนซึ่งแกนนี้อาจตั้งในแนวราบหรือแนวดิ่งก็ได้เมื่อจะทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า จะนำ GENERATOR เข้ามาติดกับแกนหมุนของเครื่องกังหันน้ำนี้ เครื่องกังหันน้ำนี้โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. เครื่องกังหันน้ำแบบ REACTION TURBINE ซึ่งแบบนี้จะมีลักษณะที่ว่าส่วนรับน้ำที่หมุนได้ ที่เรียกว่า RUNNER นี้จะมีน้ำไหลผ่านเต็มตลอดส่วนนี้ และน้ำจะเป็นตัวไปดันส่วนนี้ให้หมุนไปได้ เครื่องกังหันน้ำแบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ

1.1 แบบ FRANCIS TURBINE เครื่องกังหันน้ำแบบนี้จะมีตัวกังหันน้ำที่ถูกสร้าง สำหรับให้น้ำไหลผ่านเข้ามาในแนวรัศมี และจะไหลผ่านออกทางแนวแกนซึ่งตั้งฉากกับแนวรัศมีโดยปกติแล้ว เครื่องกังหันน้ำแบบ FRANCIS TURBINE นี้ เหมาะสำหรับในกรณีที่มี HEAD ที่ขับเคลื่อน TURBINES อยู่ในช่วงสูง 100 ฟุต ถึง 1,000 ฟุต ซึ่งเรียกว่า MEDIUM - HEAD TURBINE ดังรูปที่ 3-1 เครื่องกังหันน้ำแบบนี้ยังแบ่งออกตามความเร็วรอบอีก 3 แบบ คือ

1.1.1 HIGH - SPEED หรือแบบ LOW SPECIFIC SPEED ซึ่งมีค่า SPECIFIC SPEED อยู่ระหว่าง 10 - 30 (FT.UNIT)

1.1.2 MEDIUM - SPEED หรือเป็นแบบ MEDIUM SPECIFIC SPEED ซึ่งมีค่า SPECIFIC SPEED อยู่ระหว่าง 30 - 82 (FT.UNIT)

1.1.3 LOW - SPEED หรือเป็นแบบ HIGH SPECIFIC SPEED ซึ่งมีค่า SPECIFIC SPEED อยู่ระหว่าง 82 - 98 (FT.UNIT)

1.2 แบบ PROPELLER TURBINE หรือที่เรียกว่า KAPLAN TURBINE เครื่องกังหันน้ำแบบนี้ จะมีตัวกังหันน้ำที่ถูกสร้างโดยให้น้ำไหลผ่านเข้าตามแนวแกนเครื่องกังหันน้ำแบบ PROPELLER นี้ เหมาะสำหรับในกรณีที่มี HEAD ที่ขับเคลื่อน TURBINE ต่ำกว่า 100 ฟุต หรือที่เรียกว่า LOW - HEAD TURBINE และควรจะมีค่า SPECIFIC SPEED อยู่ระหว่าง 100 - 200 เครื่องกังหันน้ำแบบนี้ยังแบ่งออกตามลักษณะของใบพัด (BLADE) 2 แบบตามลำดับ

1.2.1 FIXED - BLADE แบบนี้ใบพัดปรับให้เป็นไปตามความต้องการไม่ได้

1.2.2 MOVABLE - BLADE หรือที่รู้จักกันทั่ว ๆ ไปว่า KAPLAN TURBINE แบบนี้ใบพัดสามารถปรับให้อยู่ในตำแหน่งที่จะให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดได้ ดังรูปที่ 3-2

1.3 เครื่องกังหันน้ำแบบ PELTON WHEEL หรือ IMPULSE TURBINE ซึ่งแบบนี้ตัวกังหันน้ำจะหมุนได้ โดยน้ำจะไหลผ่าน NOZZLE ที่มีความเร็วสูงโดยอาศัยแรงผลักดันจากน้ำที่ถูกฉีดมายังตัว BUCKET ของตัวกังหันน้ำ เครื่องกังหันน้ำแบบนี้รู้จักกันโดยทั่ว ๆ ไป ที่เรียกว่า PELTON WHEEL ซึ่งเหมาะสำหรับในกรณี HEAD ที่ขับเคลื่อนเครื่องกังหันน้ำสูงกว่า 1,000 ฟุต ขึ้นไป ซึ่งจะมีค่า SPECIFIC SPEED อยู่ระหว่าง 2-7 ดังรูปที่ 3-3 และเครื่องกังหันน้ำยังแบ่งประเภท ตามจำนวนของท่อฉีดน้ำออกเป็น 2 แบบดังนี้

1.3.1 SINGLE - JET TYPE แบบนี้มีท่อสำหรับฉีดน้ำไปยัง

ใบพัดของตัวกังหันน้ำมีท่อเดียว

1.3.2 MULTIPLE - JET TYPE แบบนี้มีท่อสำหรับฉีดน้ำไปยังใบพัดของตัวกังหันน้ำหลายท่อด้วยกัน

การเลือกชนิดของกังหันน้ำให้เหมาะสม สามารถที่จะเลือกหรือพิจารณาจากกราฟแนะนำที่แสดงในรูปที่ 3-4 และกราฟที่แสดงประสิทธิภาพในการทำงานของกังหันน้ำรูปที่ 3-5 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของเครื่องกังหันน้ำ จะผันแปรไปตามปริมาณการไหลของน้ำ (DISCHARGE) และความสูงของน้ำ (HEAD) จากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1 ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาในแบบ RUN OFF RIVER ส่วนใหญ่จะมี HEAD ช่วงต่ำ (LOW HEAD) และในการศึกษาระดับเบื้องต้นสามารถที่กำหนดให้ระดับด้านเหนือน้ำคงที่และการใช้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องกังหันน้ำก็สามารถที่ใช้เป็นค่าคงที่ได้ โดยทั่วไปประสิทธิภาพรวมของเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประมาณ 80 - 85 %

นอกจากนี้ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเครื่องกังหันน้ำจะถูกกำหนดด้วยชนิดของเครื่องกังหันน้ำ โดยแต่ละชนิดมีค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำออกแบบ (RATED DISCHARGE) กับปริมาณน้ำต่ำสุด (MINIMUM DISCHARGE) และมีค่าอัตราส่วนความสูงของน้ำสูงสุด (MAXIMUM HEAD) กับความสูงของน้ำต่ำสุด (MINIMUM HEAD) ดังในตารางที่ 3-1

DESIGN AND RATED HEADS

1. DESIGN HEADS คือ ความสูงของน้ำที่เกิดจากผลต่างของระดับน้ำเหนือ-ท้าย ที่ทำให้กังหันมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีที่สุด โดยทั่วไปแล้ว DESIGN HEAD จะอยู่ใกล้ ๆ หรือมีค่าเดียวกับ AVERAGE HEAD สำหรับการศึกษาในลักษณะโครงการแบบ RUN OFF RIVER นั้น ค่า DESIGN HEAD สามารถที่จะหาได้จาก HEAD DURATION CURVE โดยใช้ค่ากึ่งกลางของช่วง MAXIMUM HEAD กับ MINIMUM HEAD ดังในรูป 3-6

2. RATED HEADS คือ ความสูงของน้ำที่ให้กำลังงานของเครื่องกังหันน้ำ

เมื่อเปิดบานประตูของกังหันน้ำ (TURBINE WICKET GATES) เต็มที่ ซึ่งในการศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าเบื้องต้นสามารถหาค่าของ RATED HEADS ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่า DESIGN HEAD เล็กน้อย โดยประมาณแล้วค่า RATED HEADS จะมีค่าประมาณ 95 % ของ DESIGN HEAD ดังในรูป 3-6

<u>วิธีการวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำประเภทใช้ปริมาณการไหลของน้ำในลำน้ำ (RUN OF RIVER)</u>

การวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำ แบบประเภทใช้ปริมาณการไหลของลำน้ำ (RUN OF RIVER) หรือเรียกการผลิตประเภทนี้ว่า FLOW DURATION METHOD มีวิธีดำเนินการโดยอาศัยข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำ และความแตกต่างของระดับน้ำด้านเหนือและท้าย ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนหรือฝาย นำมาวิเคราะห์คำนวณและสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ดังนี้

HYDROGRAPH

STAGE DISCHARGE CURVE

FLOW DURATION CURVE

NET HEAD CURVE

POWER DURATION CURVE

1. HYDROGRAPH เป็นกราฟซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสถานีวัดน้ำกับจำนวนวัน 365 วันในรอบ 1 ปี จากกราฟนี้จะทำให้เราทราบว่า ที่ปริมาณการไหลของน้ำค่าใดค่าหนึ่งจะมีระยะเวลาการไหลอยู่กี่วันในรอบหนึ่งปี ซึ่งจะสามารถนำไปสร้างกราฟที่เรียกว่า FLOW DURATION CURVE

2. STAGE DISCHARGE CURVE เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของท้องน้ำ(ลำน้ำ) หรือ ELEVATION ของระดับน้ำ กับปริมาณการไหลของน้ำในลำน้ำใดลำน้ำหนึ่งที่ GATING STATION ซึ่งเราสามารถสร้างกราฟนี้ได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

เราสามารถหาค่าปริมาณการไหลของน้ำได้ เมื่อรู้ความลึกของน้ำ ณ GATING STATION ซึ่งการไหลของน้ำจะเป็นการไหลแบบ UNIFORM FLOW โดยอาศัยสูตร MANNING FORMULAR ซึ่งกำหนดให้

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad \ldots\ldots(7)$$

Q = ค่าปริมาณการไหลของน้ำ, ม^3/วินาที

A = พื้นที่หน้าตัดที่ CONTROL SECTION , ม^2

R = HYDRAULIC RADIUS, ม.

S = SLOPE ของท้องน้ำ ซึ่งเท่ากับ SLOPE ผิวน้ำ

n = ค่าความขรุขระของท้องน้ำ

จากค่าของความลึกของท้องน้ำ (DEPTH) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการไหลของน้ำ (DISCHARGE) โดยอาศัยสูตร MANNING FORMULARเราสามารถนำมาสร้างกราฟที่เรียกว่า STAGE - DISCHARGE หรือ DEPTH - DISCHARGE CURVE กราฟนี้จะทำให้เราทราบว่า ที่ความลึกที่กำหนดให้ (ซึ่งได้มาจากผลต่างของ ELEVATION ผิวน้ำกับ ELEVATION ของท้องคลอง) จะมีปริมาณการไหลของน้ำเพื่อจะนำมาใช้คำนวนพลังงานไฟฟ้าที่จะผลิตได้ต่อไป

3. FLOW DURATION CURVE เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลกับจำนวนวันในรอบหนึ่งปี กราฟนี้เขียนได้จากการอาศัยข้อมูลHYDROGRAPH CURVE และจาก STAGE DISCHARGE CURVE โดยจะเห็นว่าถ้าลากเส้นตัดเส้นกราฟของ HYDROGRAPH CURVE มีปริมาณการไหลของน้ำค่าหนึ่ง ๆ จะทำให้เราทราบถึงจำนวนวันที่มีปริมาณการไหลของน้ำมากกว่า หรือเท่ากับค่าที่กำหนดนี้ ทำต่อไปหลายๆ ค่า นำค่าปริมาณการไหลของน้ำมาสร้างกราฟกับจำนวนวันที่หาได้ จะได้กราฟที่เรียกว่า FLOW DURATION CURVE

จากกราฟนี้จะเห็นว่าถ้าลากเส้นตรงตัดเส้นกราฟ FLOW DURATION CURVE ที่มีปริมาณการไหลของน้ำค่าหนึ่ง จะแสดงถึงจำนวนวันที่น้ำในแม่น้ำที่ CONTROL SECTION

มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอในการที่จะทำการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่จะมีปริมาณน้ำเพียงพอในการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นระยะเวลาเป็นวัน ประโยชน์ของ CURVE นี้ก็เพื่อจะกำหนดค่าปริมาณการไหลของน้ำ (Q) โดยให้สอดคล้องกับระยะเวลาที่จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้ โดยให้เหมาะสมที่สุด

4. NET HEAD CURVE เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของความแตกต่างระดับของระดับน้ำหน้าเขื่อน และระดับน้ำท้ายเขื่อน กับปริมาณการไหลของน้ำ กราฟนี้เขียนขึ้นได้จากการที่ทราบค่าปริมาณการไหลของน้ำค่าหนึ่ง เราสามารถหาค่าความลึกของน้ำท้ายเขื่อนได้ สำหรับระดับน้ำหน้าเขื่อนนั้นเป็นระดับที่เราจะรักษาไว้ให้คงที่ ค่าความแตกต่างระหว่างระดับน้ำนี้เมื่อนำมา PLOT กับปริมาณการไหลของน้ำ จะได้ Net HEAD CURVE

5. POWER DURATION CURVE เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังของน้ำกับระยะเวลาในรอบหนึ่งปี ซึ่งสามารถสร้างกราฟนี้ โดยอาศัยกราฟ FLOW DURATION CURVE ทำให้เราสามารถทราบข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำที่ไหลผ่านเขื่อนสัมพันธ์กับระยะเวลาด้วย และจากกราฟ NET HEAD CURVE เมื่อทราบค่าปริมาณการไหลของน้ำ นำค่าปริมาณการไหลของน้ำนี้มาหาค่าความต่างระดับของน้ำเหนือเขื่อนกับท้ายเขื่อน แล้วนำค่าปริมาณการไหลของน้ำและค่าความต่างระดับของน้ำนี้ไปแทนลงในสมการที่ (4),(5) หรือ (5),(6)

$$P_{(hp)} = \frac{Q \times H \times e}{8.8} \qquad \ldots\ldots(3)$$

$$P_{(kw)} = \frac{Q \times H \times e}{11.8} \qquad \ldots\ldots(4)$$

$$P_{(hp)} = 13.13 \times Q \times H \times e \qquad \ldots\ldots(5)$$

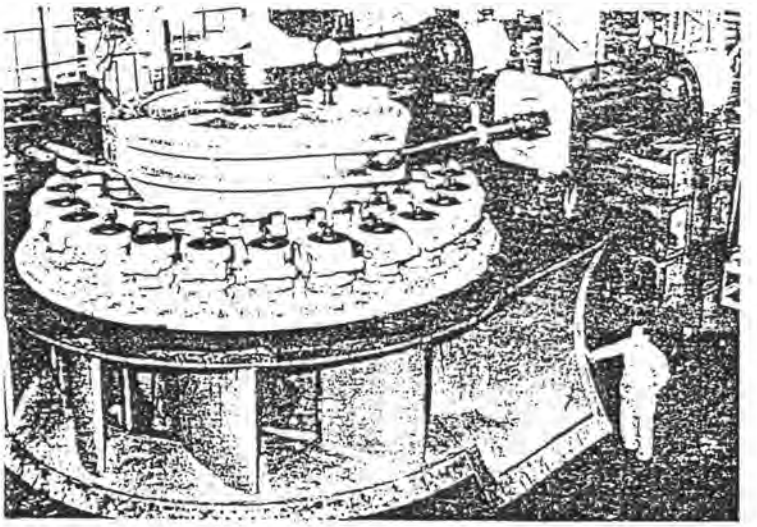
$$P_{(kw)} = 9.8 \times Q \times H \times e \qquad \ldots\ldots(6)$$

เราจะได้ค่าพลังงานของน้ำออกมาแสดงในหน่วยของ กำลังม้าและกิโลวัตต์ ตามลำดับ นำค่าพลังงานของน้ำที่คำนวณได้นี้มาเขียนกราฟสัมพันธ์กับเวลา จะได้กราฟที่เรียกว่า POWER DURATION CURVE จากกราฟนี้จะทำให้เราทราบว่าพลังงานของน้ำที่จะเป็นไปได้ในรอบหนึ่งปีนั้นเป็นเท่าไร มีระยะเวลาในการผลิตได้ยาวนานเท่าไร

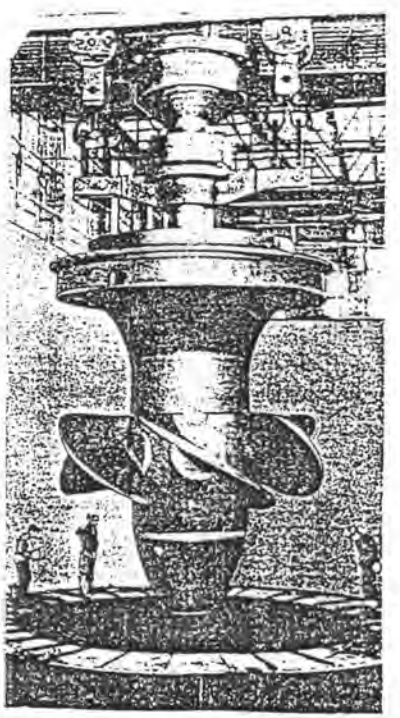
ตารางที่ 3-1 แสดงช่วงปริมาณน้ำและความสูงของกังหันน้ำชนิดต่าง ๆ

Discharge and Head Ranges for Different Types of Turbine

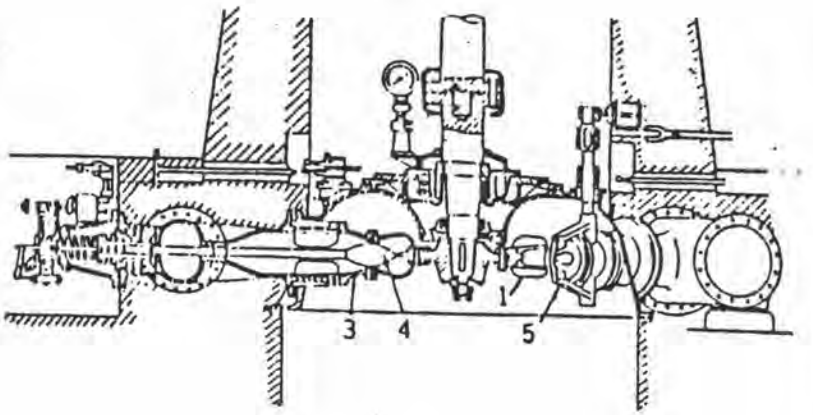
Turbine Type	Ratio of Minimum Discharge to Rated Discharge	Ratio of Minimum Maximum Head
Francis	0.40	0.50
vertical shaft Kaplan	0.40	0.40
Horizontal shaft kaplan	0.35	0.33
Fixed blade propeller	0.65	0.40
Fixed gate adjustable blade propeller	0.50	0.40
Fixed geometry units (pumps as turbines)	-	0.80
Pelton (adjustable nozzles)	0.20	0.80



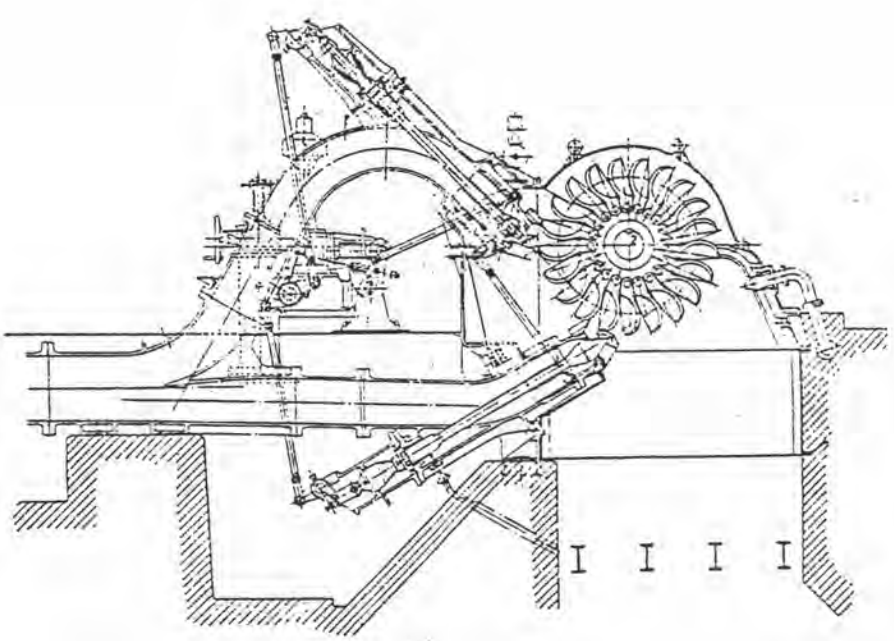
รูปที่ 3-1 เครื่องกังหันน้ำแบบฟรานซิส (Francis Turbine)



รูปที่ 3-2 เครื่องกังหันน้ำแบบคาปาล (Kaplan Turbine)

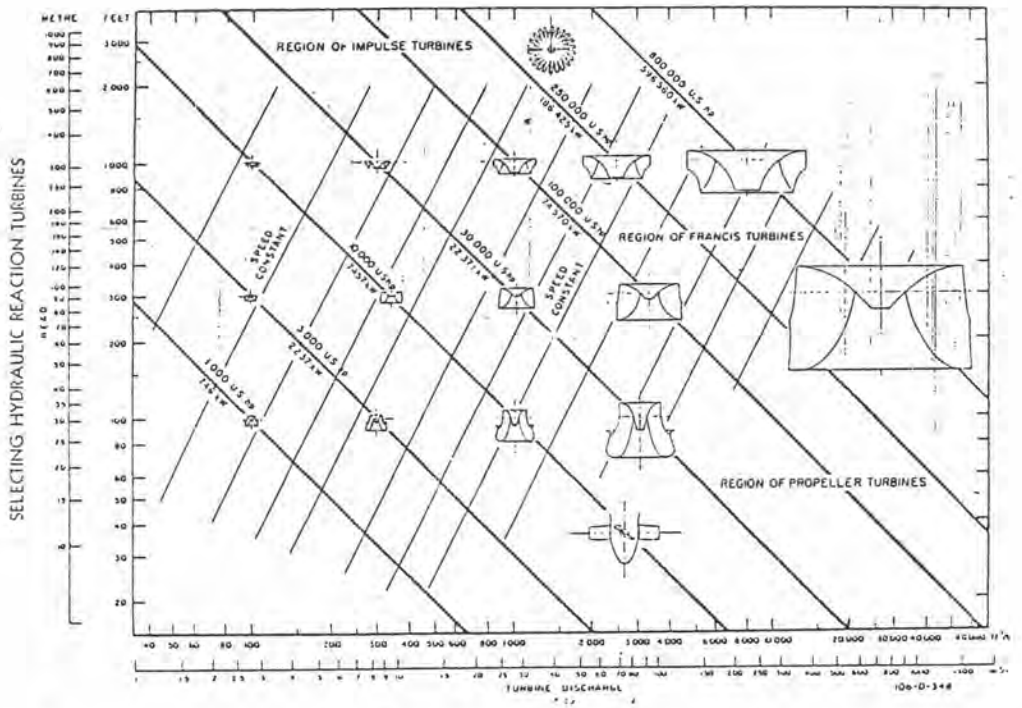


แบบแกนนอน

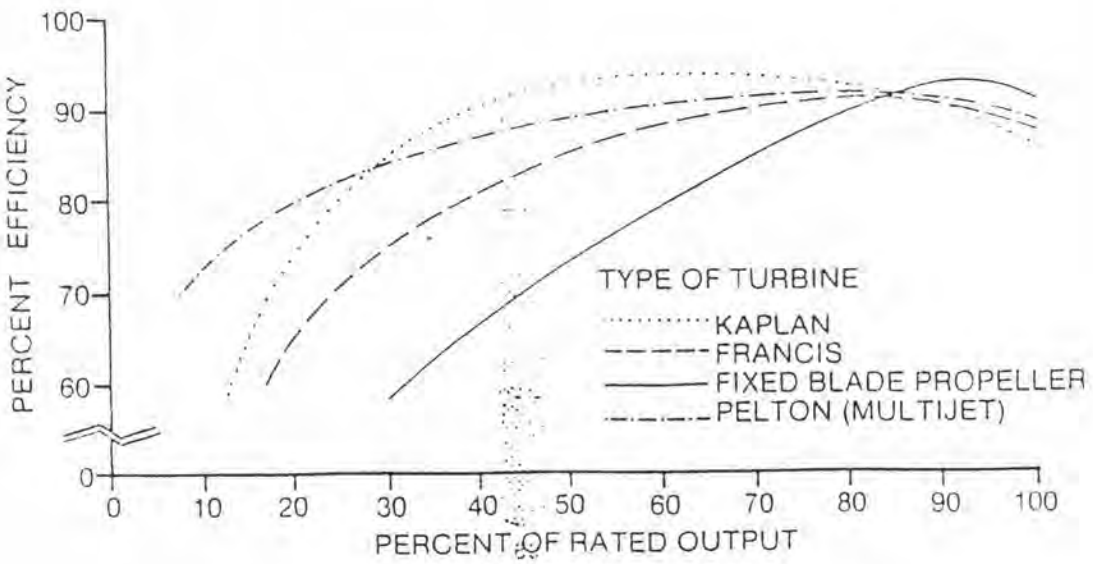


แบบแกนตั้ง

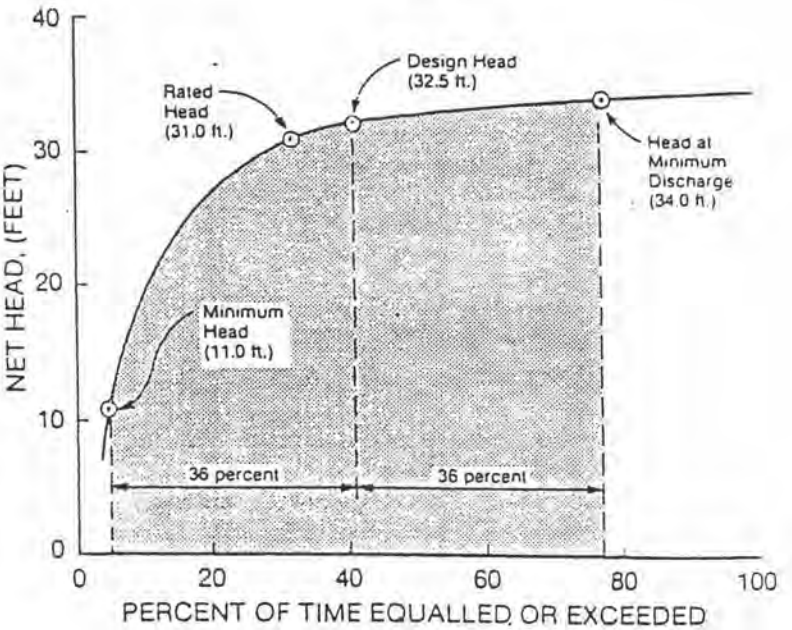
รูปที่ 3-3 เครื่องกังหันน้ำแบบ Pelton Wheel



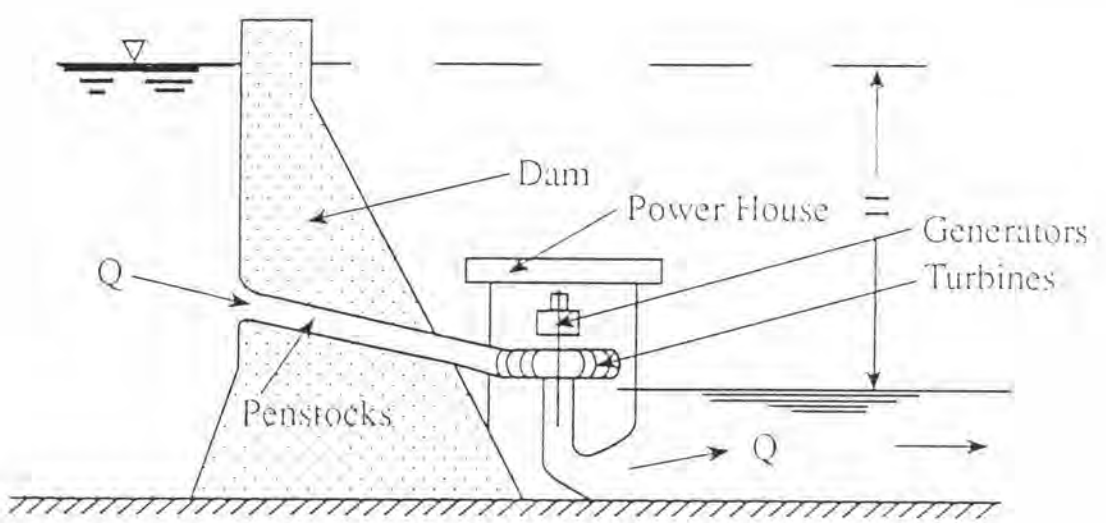
รูปที่ 3-4 กราฟมาตรฐานที่ใช้เลือกชนิดของกังหันน้ำที่ความสูงน้ำและปริมารการไหลของน้ำช่วงต่าง ๆ



รูปที่ 3-5 กราฟแสดงประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกังหันน้ำชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 3-6 กราฟแสดงความสูงน้ำสุทธิกับช่วงระยะเวลา (Head Duration Curve)



รูปที่ 3-7 แสดงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเขื่อนกั้นน้ำและโรงกำเนิดไฟฟ้า