บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

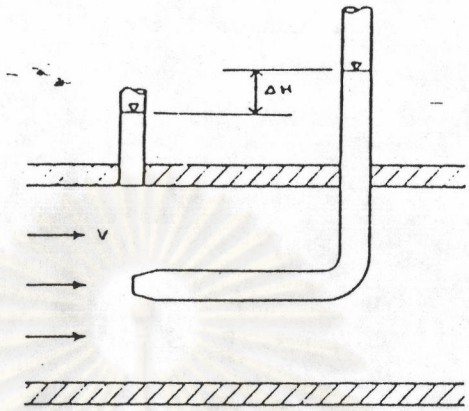
Martin Schack (1953) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประวัติและวิวัฒนาการของมาตรวัดน้ำได้ดังนี้

จากหลักฐานทางโบราณคดี พอจะประมาณการได้ว่า การวัดปริมาณน้ำมีกำเนิดขึ้นครั้งแรกในโลกเมื่อประมาณ 3,000 ปี มาแล้ว โดยการใช้ภาชนะตวงน้ำชนิดต่าง ๆ และต่อมาได้พัฒนาวิธีการวัดปริมาณน้ำให้มีลักษณะติดต่อกันไม่ขาดสายโดยเริ่มจากการแบ่งปันน้ำกันขึ้นที่โอเอซิสกาดาเมส ประเทศอัฟริกาเหนือ เกษตรกรในบริเวณนั้นได้อาศัยกำหนดเวลาในการไหลของน้ำเป็นตัวแบ่งวิธีการกำหนดเวลาดังกล่าวก็คือ ใช้ถังหรือหม้อเจาะรูที่ก้น แล้วนำไปลอยในน้ำระยะเวลาที่ถังจมลงในน้ำหนึ่งครั้งคือ หนึ่งหน่วยเวลาของการจ่ายน้ำ วิธีการจ่ายน้ำใช้รางส่งน้ำผ่านที่ดิน ของเกษตรกรแต่ละแปลงโดยเมื่อเริ่มลอยถังก็ทิ้งฟางข้าวชิ้นเล็ก ๆ ลงในรางระบายน้ำเมื่อฟางข้าวชิ้นแรกลอยมาถึงที่ดินแปลงแรก เจ้าของที่ดินก็จะเปิดประตูกั้นน้ำ ปล่อยให้น้ำไหลเข้าที่ดินของตน เมื่อถังจมลงในน้ำจนมิด ก็พร้อมทั้งทิ้งฟางข้าวชิ้นที่สองลอยน้ำมา ก็จะทราบว่าเวลาของการรับน้ำเข้าที่ดินของตน ได้หมดสิ้นลงและจะทำการปิดประตูกั้นน้ำเสียฟางก็จะลอยไปยังที่ดินของเกษตรกรรายที่สอง ซึ่งจะเริ่มเปิดประตูกั้นน้ำ เพื่อรับน้ำเข้าที่ดินของตน วิธีการแบ่งปันน้ำก็จะดำเนินการเช่นนี้เรื่อยไป

วิธีการวัดปริมาณการไหลของน้ำ ได้มีการพัฒนามาเป็นลำดับจากการกำหนดเวลาการไหลมาเป็นการคิดความยาวของรางน้ำ ท่อน้ำ ต่อมาก็คิดพื้นที่หน้าตัดรวมเข้าไปด้วย และเมื่อความรู้ทางวิชาการมีมากขึ้น องค์ประกอบในเรื่องความฝืดของผิวและทางออกที่น้ำไหลก็ได้นำมาใช้ในการคำนวณด้วย หลังจากนั้นเครื่องมือวัดปริมาณน้ำแบบต่าง ๆ ก็ได้พัฒนามาจนกลายเป็น "มาตรวัดน้ำ" ในแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

Hertri Pitot (1730) ซึ่งมีชีวิตอยู่ระหว่างค.ศ. 1995 - 1771 วิศวกรเอกชาวฝรั่งเศส ได้ทดลองใช้แท่งแก้วตรงปลายงอเป็นมุมฉากเล็กน้อย จุ่มลงในแม่น้ำเซน โดยหันปลายที่งอเป็นมุมฉากสวนกับกระแสน้ำ ดังรูปที่ 2.1 ทั้งนี้ เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วของ

กระแสน้ำในแม่น้ำกับความสูงของระดับน้ำในหลอดแก้ว ต่อมา John Bernoulli ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ความสัมพันธ์เบื้องต้น ระหว่างความสูงกับกำลังสองของความเร็วกระแสน้ำที่ผ่านท่อ

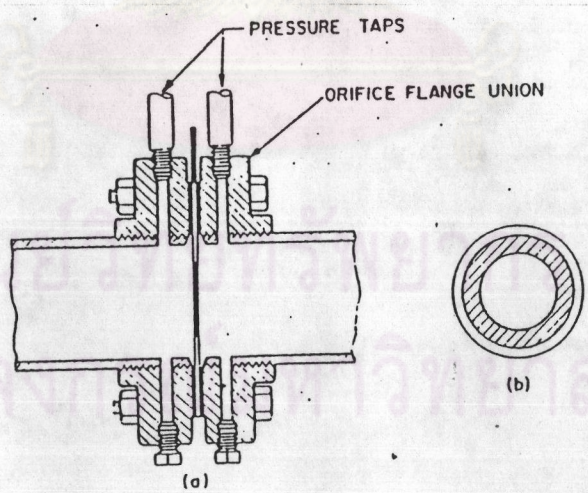


หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของ Pitot Tube

แหล่งที่มา : American Water Works Association (1962)

Dearey (1855) วิศวกรชาวฝรั่งเศสอีกผู้หนึ่งก็ได้พัฒนา Pitot Tube ให้มีคุณภาพดีขึ้นอีกระดับหนึ่ง ทั้งนี้ โดยลดอาการแกว่งขึ้นลงของระดับ Water column ให้น้อยลงมีผลทำให้การอ่านค่า static-head ที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น



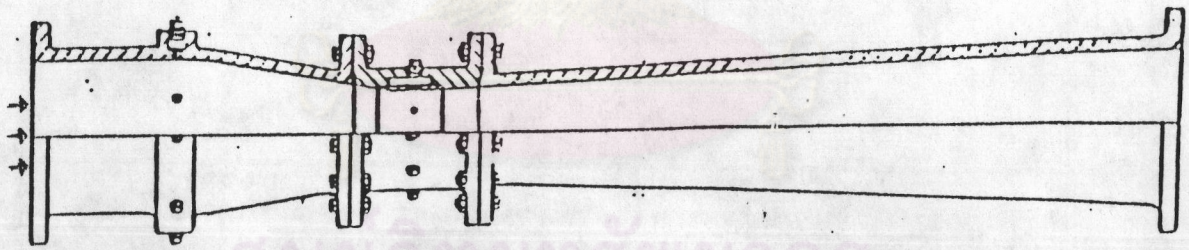
รูปที่ 2.2 แสดงภาพตัดขวางของ Orifice Meter

แหล่งที่มา : Douglas M. Considine, Process Instruments and Control Handbook (California : 1957), p. 4 - 9.

Thomas R. Weymouth (1903) ได้ทำการทดลองหาอัตราการไหลของอุตสาหกรรมแก๊ส โดยใช้แผ่นบาง ๆ ดังรูปที่ 2.2 ต่อมาได้มีการพัฒนาอุปกรณ์นี้เป็น Orifice Meter เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำชนิดหนึ่ง โดยอาศัยความดันของน้ำในเส้นท่อจะลดลงอย่างเฉียบพลัน ทันทีที่น้ำไหลผ่าน Orifice ซึ่งประกอบด้วยแผ่นโลหะบาง ๆ เจาะรูตรงกลาง ความดันนี้จะลดลงต่ำสุด ที่ระยะห่างไกลออกไป (American Water Works Association, Water Meter, 1962)

จากความรู้เรื่องนี้ทำให้เราสามารถใช้ Orifice นี้มาเป็นเครื่องมือสำหรับวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านได้

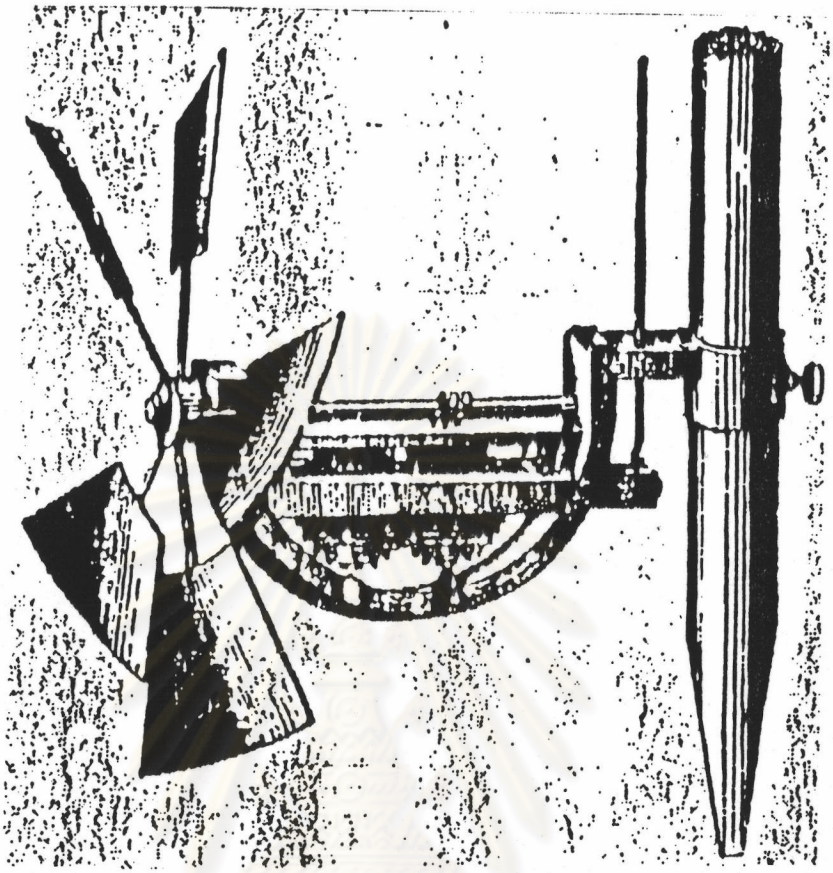
Clemens Herschel (1887) ได้ประดิษฐ์ Venturi Meter เป็นเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำโดยไม่มีชิ้นส่วนใด ๆ เคลื่อนไหวในขณะทำงาน ทั้งนี้ โดยพัฒนามาจาก Orifice Meter ซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักความแตกต่างของ Static Head ของน้ำก่อนผ่านและหลังผ่านช่องแคบในท่อ จึงนับเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากอีกทั้งยังสามารถใช้วัดอัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อได้เกือบทุกขนาดอีกด้วย ดังนั้น จึงนิยมใช้วัดอัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ โดยเฉพาะกับเส้นท่อที่มีสายน้ำความเร็วสูง



รูปที่ 2.3 แสดงภาพตัดขวางของ Venturi Meter

แหล่งที่มา : American Water Works Association (1962)

Benjamin Gottlob Hoffman (1790) ได้ตีพิมพ์เอกสารเผยแพร่ไปทั่วเมือง Hamburg บรรยายถึงเครื่องมือวัดกระแสน้ำซึ่งประดิษฐ์โดย Reinhard Woltman มีลักษณะดังรูปที่ 2.4 ซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักการหมุนของใบพัดเมื่อมีกระแสน้ำไหลผ่าน จำนวนรอบที่ใบพัดหมุนไปจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของกระแสน้ำ ดังนั้นจากจำนวนรอบของใบพัดที่หมุนไปจะทำให้ทราบถึงอัตราการไหลของปริมาณน้ำได้



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของ Woltman Meter

แหล่งที่มา : American Water Works Association (1962)

G. Meilzner (1878) ที่เมือง Jena มีการตีพิมพ์ในหนังสือ German Handbook ภายใต้หัวข้อเรื่อง Die Hydraulik กล่าวอ้างว่า Woltman Meter ซึ่งมีลักษณะดังรูป 2.4 ไม่สามารถใช้วัดปริมาณน้ำภายในท่อได้ถูกต้อง ดังนั้น จึงยังเชื่อถือไม่ได้ว่า Woltman Meter สามารถนำมาใช้งานการวัดปริมาณน้ำไหลได้จริง

Siemens และ Adams (1850) ที่ประเทศอังกฤษได้ประดิษฐ์ Reaction Turbine Meter ขึ้นเป็นผลสำเร็จ ผลิตภัณฑ์ของ Siemens นี้ได้รับอนุญาตให้มีการผลิตเป็นการค้าได้ในประเทศเยอรมัน โดย Siemens & Halske ได้เริ่มดำเนินการผลิตเมื่อ ปี ค.ศ. 1865 ดังนั้นจึงถือได้ว่า มาตรวัดน้ำชนิดใบพัด ซึ่งทำงานโดยอาศัยความเร็วของน้ำเครื่องแรกในโลก ที่สามารถใช้งานได้จริง ได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นโดย Siemens เมื่อปี ค.ศ. 1850

กองมาตรฐานวิศวกรรมของการประปานครหลวง (2510) ได้กำหนดชนิดมาตรวัดน้ำ วิธีการทดสอบมาตรวัดน้ำขึ้น โดยมาตรวัดน้ำในปัจจุบัน มีใช้อยู่ในการประปานครหลวงซึ่งมีใช้อยู่ 2 ชนิด และสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดความเป็นธรรมในการใช้บริการ คือ ความเที่ยงตรง ดังนั้น มาตรทุกตัวต้องมีการทดสอบความเที่ยงตรง ซึ่งเครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการทดสอบจะเป็นการวัดปริมาตรที่น้ำไหลผ่านมาตรวัดน้ำที่มาตรวัดน้ำสามารถบันทึกได้ เปรียบเทียบกับน้ำในถังภาชนะที่ใช้บรรจุปริมาตรน้ำที่วัดออกมาทั้งหมดโดยเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความเที่ยงตรงนี้ เป็นมาตรฐาน (ISO) ซึ่งใช้กันแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งประเทศอเมริกา, อังกฤษ, ฝรั่งเศส, สิงคโปร์ และญี่ปุ่น ส่วนประเทศไทยใช้เครื่องมือนี้ตั้งแต่ปีที่เริ่มก่อตั้งการประปานครหลวง (พ.ศ.2510) จนถึงปีปัจจุบันก็ยังใช้วิธีการทดสอบโดยวัดปริมาตรที่มาตรวัดน้ำวัดได้โดยเทียบกับปริมาตรของน้ำในถังภาชนะ

ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ (2526) ได้กล่าวถึงลักษณะความขุ่นที่เกิดกับน้ำบริโภค ว่า ความขุ่น (Turbidity) เป็นความขุ่นของน้ำที่เกิดขึ้น เนื่องจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน โคลน ทรายละเอียด และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ จำนวนสาหร่ายเซลล์เดียว แพลงตอน และไดอะตอม สารดังกล่าวสามารถหักเห และอาจดูดกลืนแสงเอาไว้มิให้ผ่านไป จึงทำให้เรามองเห็นในรูปของความขุ่น ดังนั้นการวัดค่าความขุ่นจะวัดในหน่วยของ NIU (ASIM Standards)

ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์ (2525) ได้อธิบายและให้คำจำกัดความของคำว่า วิศวกรรมคุณค่า คือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบโดยเน้นการทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์หรือการให้บริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนต่ำและคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้ โดยมีหลักและวิธีการ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือกโครงการหรือเป้าหมาย ซึ่งการเริ่มต้นใช้วิศวกรรมคุณค่าต้องทราบว่าเป้าหมายที่จะทำนั้นคืออะไร แต่พยายามหาแนวทางเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้น

2. การรวบรวมข้อมูล โดยทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

3. การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน เป็นการวิเคราะห์ให้คำจำกัดความ และจัดประเภทของหน้าที่การทำงาน เพื่อค้นหาหน้าที่การทำงานพื้นฐาน การให้คำจำกัดความของหน้าที่การทำงานที่ถูกต้อง

4. การทำข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้การหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์มีหน้าที่การทำงานพื้นฐานตามเป้าหมายด้วยต้นทุนต่ำที่สุด

5. การประเมินข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง เป็นการวิเคราะห์และกลั่นกรองความคิดเห็นต่าง ๆ แก้ไขข้อเสนอให้ดีขึ้น

6. การทดสอบและพิสูจน์ หลังจากที่ประเมินข้อเสนอแก้ไขปรับปรุงแล้ว จะมีข้อเสนอที่ต้องทดสอบและพิสูจน์กับข้อเสนอที่สามารถปฏิบัติตามได้ทันที

7. การติดตามผล เมื่อได้แก้ไขข้อเสนอแนะพร้อมทั้งทดสอบแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบผลที่เป็นจริงด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย