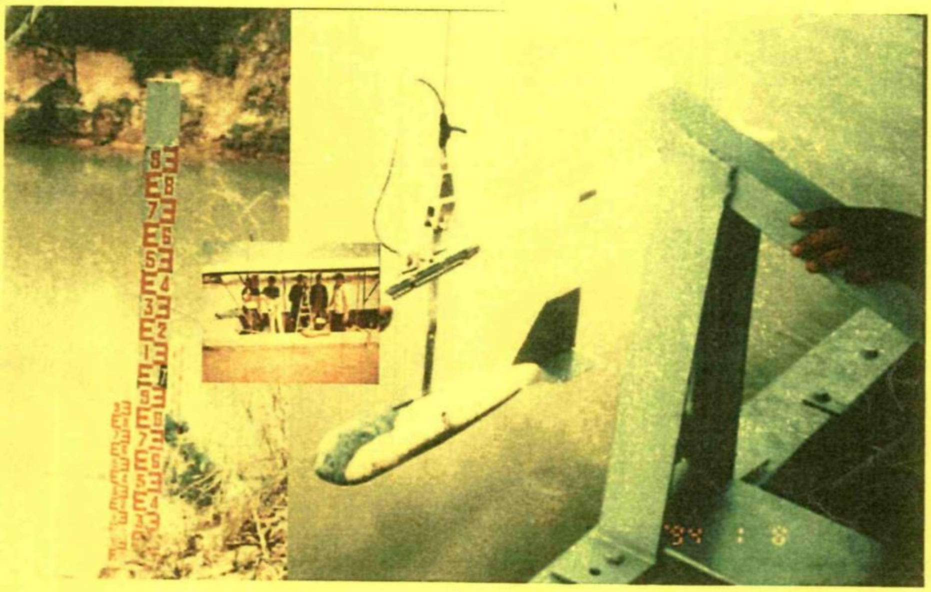
คู่มือ การสำรวจน้ำ



โดย

ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา
สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา
กรมทรัพยากรน้ำ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คู่มือ การสำรวจน้ำ

โดย

ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา
สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา
กรมทรัพยากรน้ำ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คำนำ

คู่มือการสำรวจน้ำเล่มนี้ เดิมเป็นเอกสารที่ส่วนอุทกวิทยา สำนักศึกษาค้นคว้าและพัฒนาพลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ได้จัดทำขึ้นเพื่อ ใช้เป็นแนวทางและหลักปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่และพนักงานสำรวจเก็บข้อมูลอุทกวิทยาในภาคสนาม รวมทั้งการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลโดยย่อ ซึ่งจะเน้นหนักในการเก็บและตรวจสอบข้อมูลอุทกวิทยา และถือว่าเป็นงานภาคปฏิบัติ ที่จำเป็นต้องตรวจวัด ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ ในการปฏิบัติงานอย่างยิ่ง ทำให้เห็นถึงความสำคัญของข้อมูล ดังนั้นการเก็บข้อมูลเบื้องต้น จึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก นอกจากนี้ยังจะเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในภาคสนามด้วย

อนึ่งเมื่อมีการถ่ายโอนภารกิจงานด้านอุทกวิทยา มายังกรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2545 สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา โดย ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา จึงได้จัดพิมพ์เอกสารนี้ขึ้นใหม่ และทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมพร้อมตรวจสอบเพื่อเตรียมเป็นเอกสารคู่มือทางวิชาการ ใช้ในการอบรมและปฏิบัติงานอันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อกรมทรัพยากรน้ำ ซึ่งมีภารกิจหลักในการเสนอแนะนโยบาย กำหนดแนวทาง และจัดทำแผนปฏิบัติงาน ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศไทย ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลอุทกวิทยาเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารเล่มนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ในการเรียบเรียงและให้คำปรึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญอาวุโสด้านอุทกวิทยา นายไทยภักดิ์ ธรรมมงคล เมื่อปี พ.ศ. 2542 ซึ่งปัจจุบันนี้ท่านผู้นี้ยังคงดำรงตำแหน่งที่ปรึกษาของคณะกรรมการบริหาร ชมรมนักอุทกวิทยาไทย จึงใคร่ขอบพระคุณท่านมา ณ ที่นี้ด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้สนใจโดยทั่วไปตามสมควร

(นางวารุณี เจริญสำราญ)
ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา
สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
สิงหาคม 2549

สารบัญ

		หน้า
1.	คำนำ	1
2.	การเลือกสถานีโครงข่าย	1
3.	การจัดตั้งสถานี	2
4.	เครื่องมืออุทกวิทยา	3
4.1	เครื่องวัดระดับน้ำ (Water stage recorder)	4
4.1.1	เครื่องวัดแบบธรรมดา	4
4.1.2	เครื่องวัดแบบบันทึก	4
4.1.2.1	Conventional gauge	5
4.1.2.2	Bubble gauge	5
4.1.2.3	Transducer gauge	6
4.2	หมุดหลักฐาน	7
4.3	เครื่องวัดกระแสน้ำ (Current meter)	7
4.3.1	Cup Type	8
4.3.1.1	Price meter	8
4.3.2	Propeller Type	10
4.3.2.1	Dumas-Neyrpic current meter	10
4.3.2.2	A-OTT current meter	11
4.3.2.3	Veleport current meter	12
4.3.2.4	OSS-B1 current meter	12
4.3.3	กว้าน (Winch)	13
4.3.3.1	การใช้กว้านของ H.S.	15
4.3.3.2	เครื่องนับสัญญาณการหมุน	18
4.4	เครื่องเก็บตะกอน (Sediment Sampler)	20
4.4.1	Suspended sediment sampler	20
4.4.1.1	USP46 และ USP61	20
4.4.1.2	USD49	20

หน้า

4.4.1.3 US DH48 20

4.4.1.4 Pump-bottle sampler 21

4.4.1.5 FIPIWITU 21

5. การเก็บข้อมูลระดับน้ำ 21

5.1 การอ่านระดับน้ำ 21

5.2 การระวังรักษาเสาระดับน้ำ 22

6. การวัดปริมาณน้ำ (Discharge) 22

6.1 การวัดความกว้าง 23

6.1.1 การวัดโดยตรง 23

6.1.2 การวัดทางอ้อม 23

6.1.3 Positioning instrument 23

6.2 การวัดความลึก 24

6.2.1 การวัดโดยตรง 24

6.2.2 วัดจาก Sonic Sounder 24

6.3 การวัดเนื้อที่ 24

6.3.1 Mid-section 24

6.3.2 Mean-section 24

6.4 การวัดความเร็ว 25

6.4.1 ชนิดของเครื่องวัดกระแสน้ำ 25

6.4.1.1 แบบแกนตั้ง 25

6.4.1.2 แบบแกนนอน 25

6.4.2 วิธีวัดความเร็ว 25

6.5 วิธีวัดปริมาณน้ำ 27

6.5.1 วิธีวัด 27

6.5.2 Conventional method 27

6.5.3 Moving-boat method 28

6.5.3.1 การหา correction factor Kv Kv 28

หน้า

6.5.4 Velocity index method 30

6.5.5 วิธีใช้ recording current meter 30

6.5.6 Slope-area method 30

6.6 Errors ในการวัดน้ำ 31

6.6.1 Errors การวัดระดับน้ำ 31

6.6.2 Errors การวัด Discharge 31

6.6.2.1 Errors ต่างๆ 31

6.6.2.2 Errors ในการวัดความเร็วและความลึก 31

6.6.3 ปัญหาและ Errors ในการวัดแม่น้ำขนาดใหญ่ 32

6.6.3.1 การเลือก site วัดน้ำ 32

6.6.3.2 การวัดความกว้าง 32

6.6.3.3 การวัดความลึก 32

6.6.3.4 การวัดความเร็ว 32

6.6.3.5 ทีมวัดน้ำ 32

7. การเก็บตัวอย่างตะกอน 33

7.1 Suspended sediment 33

7.1.1 เครื่องเก็บตะกอน suspended sediment 33

7.1.2 วิธีเก็บตะกอน 33

7.1.2.1 EDI Method 34

7.1.2.2 EWI Method 34

7.2 Bed-load sediment 34

7.2.1 เครื่องเก็บตะกอน bed-load 34

7.2.2 วิธีเก็บตะกอน bed-load 34

7.3 ขนาดของตะกอน 35

8. Water quality 36

8.1 Physical parameters 36

8.2 Chemical parameters 37

หน้า

8.2.1 Natural water parameters 37

8.2.2 Chemical water parameters 37

9. ขั้นตอนการปฏิบัติงานเก็บข้อมูล 38

9.1 การเก็บข้อมูล 38

9.1.1 ระดับน้ำ 38

9.1.2 ปริมาณน้ำ 38

9.1.3 การเก็บตะกอน (Suspended sediment) 39

9.1.4 การเก็บตัวอย่างน้ำ (Water quality) 39

10. การทำประวัติและเครื่องมือประจำสถานีและศูนย์ 41

10.1 ประวัติสถานี (Station history) 41

10.1.1 การติดตั้ง gauge 41

10.1.2 การเปลี่ยนแปลงของ gauge 41

10.1.3 การเปลี่ยนแปลงของศูนย์เสาระดับ (gauge datum) 41

10.1.4 การเปลี่ยนแปลงด้านอื่นๆ 41

10.1.5 เกี่ยวกับคนอ่านระดับน้ำ 41

10.2 เครื่องมือประจำสถานีหรือศูนย์ 42

คู่มือการสำรวจน้ำ

1. คำนำ

คู่มือนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางและหลักปฏิบัติ สำหรับพนักงานสำรวจเก็บข้อมูลอุทกวิทยาในภาคสนามรวมทั้งการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลโดยย่อ โดยจะเน้นหนัก ในการเก็บและตรวจสอบข้อมูลโดยเฉพาะงานภาคสนามซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงาน ให้เห็นความสำคัญของข้อมูล ถ้าหากข้อมูลไม่ถูกต้องแล้ว ไม่ว่าจะใช้ Computer models อะไรก็จะได้ผลงานการวิเคราะห์ที่ไม่ถูกต้อง ในทางตรงกันข้ามหากได้ข้อมูลที่ถูกต้องแล้วไม่ว่าจะใช้วิธีอะไรก็จะได้ผลงานที่ดี ดั้งนั้น การเก็บข้อมูลเบื้องต้นจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก นอกจากนี้ ยังจะเป็นประโยชน์ ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าสำหรับพนักงานในสนามด้วย

โดยทั่วไปขั้นตอนในการสำรวจน้ำมีดังนี้

1. การเลือกโครงข่ายสถานีอุทกวิทยา
2. การจัดตั้งสถานีอุทกวิทยา
3. เครื่องมืออุทกวิทยา
4. การเก็บข้อมูลระดับน้ำ
5. การวัดปริมาณน้ำ
6. การเก็บตัวอย่างตะกอน
7. การเก็บตัวอย่างน้ำ
8. การคำนวณและการวิเคราะห์
9. การรวบรวมจัดพิมพ์ Yearbook และเก็บข้อมูลในระบบ data base

2. การเลือกสถานีโครงข่าย

หลักการโดยทั่วไปในการเลือกโครงข่าย (Station network) ที่ตั้งสถานีมีดังนี้

1. เพื่อเก็บข้อมูล สำหรับโครงการ พัฒนาแหล่งน้ำ บนลำน้ำที่สำคัญๆ ตามแผนพัฒนาที่วางไว้

2. เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับโครงการเร่งด่วน

3. เพื่อเก็บข้อมูลที่จุดบนแม่น้ำโขงและลำน้ำสาขาที่สำคัญ ที่พอเพียงจะทำ model ได้

4. เพื่อเก็บข้อมูล real time สำหรับงานพยากรณ์น้ำ

5. เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในการเดินเรือ สิ่งแวดล้อมต่างๆ

6. เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษาสำหรับ regional characteristics

3. การจัดตั้งสถานี

ก่อนที่จะจัดตั้งสถานีวัดน้ำ จะต้องทำการสำรวจเลือกที่ตั้ง โดยอาศัยจากแผนที่ที่ละเอียดที่สุดเท่าที่มีอยู่ (1 : 50,000) บางพื้นที่อาจมีแผนที่ละเอียดถึง 1 : 20,000 และ 1 : 8,000 หรือถ้ามีรูปถ่ายทางอากาศก็จะยิ่งช่วยมากขึ้น การเลือกนี้ควรเลือกไว้หลายๆ จุด แล้วจึงทำการตรวจสอบเป็นขั้นสุดท้ายกับภูมิประเทศจริง สำหรับการเลือกตั้งที่เหมาะสมที่สุด ที่จะตั้งนี้ ต้องเลือกในตอนที่ระดับน้ำ (Stage) และปริมาณน้ำ (Discharge) มีความสัมพันธ์กันดีจะพบได้ในลำน้ำ ตอนที่ท้องน้ำไม่เปลี่ยนแปลง และไม่อยู่บริเวณ Backwater เช่น ถ้าอยู่เหนือแก่งได้ก็จะเป็นการดีการเลือกในขั้นสุดท้ายนี้จะต้องดูสภาพลำน้ำ ณ ระดับต่างๆ ในรอบปี เช่นที่ระดับน้ำน้อย ระดับน้ำปานกลาง และระดับน้ำสูงสุด แต่ถ้าหากไม่มีเวลาพอ ที่จะดูหรือสังเกตลำน้ำ ในระดับต่างๆได้ ก็ให้ทำการเลือก โดยให้คำนึงถึงเรื่องระดับน้ำนี้ไว้ด้วย สิ่งที่ควรพิจารณาประกอบในการเลือกสถานีวัดน้ำ ซึ่งในที่นี้หมายถึงที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำ อันอาจจะเป็นแผ่นระดับหรือเครื่องวัดระดับน้ำแบบบันทึกก็ได้มีดังนี้

1. ควรให้มี Control section ที่ดี อยู่ทางท้ายน้ำลงไป Control ในที่นี้หมายถึง Station control แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ section control และ channel control

<u>Section Control</u> จะเกิดขึ้นเมื่อช่วงของลำน้ำที่ control ความสัมพันธ์ระหว่าง stage และ discharge มีช่วงสั้นมาก section นี้ อาจสังเกตได้จากผิวน้ำที่เป็นคลื่นหรือระลอก เช่น แก่งหรือน้ำตกนี้จะเป็นเครื่องป้องกันมิให้ความสัมพันธ์ระหว่าง stage และ discharge ถูกรบกวนหรือถูกเปลี่ยนแปลงจากผลสะท้อนที่ส่งมาจากท้ายน้ำ

Channel Control เกิดขึ้นเมื่อความสัมพันธ์ของระดับน้ำ (stage) และปริมาณน้ำ (discharge) เนื่องมาจากสภาพของลำน้ำตอนท้ายน้ำลงไป เป็นช่วงยาวหรืออีกนัยหนึ่ง ความสัมพันธ์ของ stage และ discharge นั้นถูก control โดย slope, roughness และ dimension ของลำน้ำตอนอยู่ใต้น้ำลงไป channel control นี้มักจะอยู่ตามแม่น้ำใหญ่ๆ หรือลำน้ำเล็กๆ ที่ระดับน้ำสูงๆ

2. ควรเป็นตอนที่ลำน้ำเป็นช่วงตรงเป็นระยะทางอย่างน้อย 200 เมตร

3. ควรเป็นช่วงที่ตลิ่งสูงทั้งสองฝั่งและไม่มี overbank flow

4. ควรเป็นตอนที่กระแสน้ำไหลตรง หรือขนานกับตลิ่งมากที่สุด สม่ำเสมอด้วยความเร็วที่พอจะวัดได้ดีเช่น ระหว่าง 0.1 ถึง 4.0 เมตรต่อวินาที

5. ควรเป็นช่วงที่ท้องน้ำไม่เปลี่ยนแปลง

6. ควรให้อยู่พ้นจากเขต back water ที่เนื่องมาจากแม่น้ำใหญ่ หมายความว่าระดับน้ำต่ำที่สุด ณ ที่ตั้งนี้จะยังคงสูงกว่าระดับน้ำสูงสุดที่แม่น้ำใหญ่จะล้นเอ่อขึ้นไปถึง

7. ที่วัดน้ำ (measurement section) และที่ตั้งของเครื่องวัดระดับน้ำ (gauge site) ควรเป็นที่เดียวกันหรืออยู่ใกล้กัน

8. ควรเป็นที่ทำการติดตั้งแผ่นระดับน้ำและเครื่องวัดระดับน้ำได้สะดวก

9. ควรเป็นที่ซึ่งติดต่อหรือเข้าออกในการปฏิบัติงานได้สะดวกตลอดฤดูกาล

10. ควรอยู่ใกล้ที่ชุมชน ข้อนี้เกี่ยวกับปัญหาการจ้างพนักงานอ่านระดับน้ำ เพราะถ้าอยู่ไกลเกินไปแล้วพนักงานอาจทำการอ่านไม่สม่ำเสมอ คือไปบ้างหยุดบ้าง หรือถือโอกาสยกเมฆระดับน้ำเอาเอง ซึ่งนับว่าเป็นผลเสียหายมากในภายหลัง

11. ควรเป็นที่ซึ่ง ระดับน้ำ (stage) เปลี่ยนแปลงมาก เมื่อ ปริมาณน้ำ (discharge) เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย หรืออีกนัยหนึ่ง sensitiveness ของระดับน้ำ (stage) มีค่าสูง

4. เครื่องมืออุทกวิทยา

เครื่องมือประจำสถานีอุทกวิทยา มีหลายชนิดด้วยกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการและเงินงบประมาณที่มีอยู่

4.1 <u>เครื่องวัดระดับน้ำ (Water stage recorder)</u> โดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือแบบธรรมดา (nonrecording) และแบบบันทึก (recording)

4.1.1 เครื่องวัดแบบธรรมดา

เครื่องวัดแบบธรรมดานี้ ใช้สำหรับทุกๆสถานี แม้แต่สถานีที่มีเครื่องแบบบันทึก และใช้แทนในกรณีที่เครื่องบันทึกขัดข้อง เครื่องแบบธรรมดามีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ดังนี้

1. Vertical staff gauge เป็นแผ่นเหล็กเคลือบพร้อมกับมีสเกลกำกับ ปกติยาวแผ่นละ 1 เมตร การติดตั้งจะติดกับเสาที่ตั้งขึ้น หรือ เสาสะพานก็ได้ แบบนี้นับว่าเป็นแบบที่สิ้นเปลืองน้อยที่สุดแต่ต้องหมั่นคอยตรวจตราอยู่เสมอ เพราะอาจเคลื่อนที่หรือล้มโค่นได้ในฤดูน้ำมาก

2. Slope gauge เป็นแบบเดียวกับ staff gauge แต่วางนอนตาม slope และต้องทาสีหรือบากระยะไว้บนแผ่นไม้ไม่ใช่แบบสำเร็จรูปอย่าง Vertical staff gauge

3. Chain gauge เป็นแผ่นสเกลติดกับราวสะพาน มีโซ่โยงอ่านสเกลและมีตุ้ม น้ำหนักถ่วง เวลาอ่านก็ผ่อนโซ่ลงจนตุ้มน้ำหนักแตะกับผิวน้ำ แล้วอ่านค่าระดับน้ำที่ index บนสเกล

4. Wire weight gauge คล้ายแบบ Chain gauge ซึ่งใช้ลวดหรือเคเบิลแทนโซ่แต่กะทัดรัดดีกว่า เพราะไม่ใช่สเกลยาวแบบ Chain gauge แต่ใช้บอกระยะในตัวกระบอกที่ม้วนลวด

นอกจากนี้ยังมีแบบ Float and tape และ Tape and surface indicator ซึ่งใช้กันไม่มากนัก

แบบที่ใช้กันมากที่สุด ได้แก่ Vertical staff gauge เพราะมีราคาถูกและการติดตั้งก็ง่าย แต่มีข้อเสียอยู่เหมือนกัน เช่นในบางลำน้ำที่มีต้นไม้ เศษไม้ลอยมากับสายน้ำในฤดูน้ำมาก เสา staff gauge อาจถูกพัดหลุดหายไปได้ หรือมิฉะนั้นก็ทำให้เสาระดับคลาดเคลื่อนไป ในกรณีที่มีสิ่งก่อสร้างเช่นสะพาน ก็ให้ติดแผ่นระดับเข้ากับเสาสะพาน

4.1.2 เครื่องวัดแบบบันทึก

แบบนี้ทั้งราคาและการติดตั้งแพงกว่าแบบธรรมดามาก แต่ก็ได้ประโยชน์ในการที่จะได้ระดับน้ำทุกๆชั่วโมง มาหาระดับเฉลี่ยประจำวัน (mean daily gauge height) ได้ถูกต้องที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับลำน้ำเล็กที่ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็น

การอ่านเพียงวันละครั้งหรือสองครั้งอาจไม่เพียงพอที่จะหาค่า daily gauge height ที่ถูกต้องได้ เครื่องวัดระดับน้ำแบบบันทึกนี้เท่าที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. Conventional gauge (Stilling well)
2. Bubble gauge
3. Transducer gauge

เครื่องวัดระดับน้ำทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวแล้วนี้มีส่วนประกอบสำคัญๆอยู่ 3 อย่างด้วยกัน คือเครื่องบันทึก เครื่องถ่ายทอดระดับน้ำ และ Shelter

4.1.2.1 Conventional gauge ระบบการถ่ายทอดระดับน้ำ จากลำน้ำไปยังเครื่องบันทึกเป็นลูกลอย ที่ห้อยด้วยลวด หรือเทป ไปคล้องอยู่กับเครื่องบันทึก บนหิ้ง (รูปที่ 1) เครื่องทั้งหมดนี้อยู่ใน stilling well ซึ่งอาจเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ท่อเหล็กหรือท่อพีวีซี conventional gauge หรือแบบลูกลอยนี้ใช้กันมานานแล้วและก็ยังนิยมใช้กันอยู่เนื่องจากมีส่วนประกอบไม่ซับซ้อน ไม่ค่อยมีปัญหาและการระวังรักษาง่าย แต่มีข้อเสียอยู่ 2 ประการ คือ ท่อต่อ (Intake) ตัวล่างอุดตันได้ง่าย โดยมีทรายหรือโคลนเข้าไปอุดและค่าติดตั้ง stilling well ซึ่งเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กมีราคาแพง เรื่องนี้อาจจะแก้ไขได้โดย ใช้ท่อเหล็กหรือท่อพีวีซีแทน ทำให้ราคาถูกลงได้มาก นอกจากนี้ gauge แบบลูกลอยยังเหมาะสำหรับสถานีที่ระดับน้ำสูงสุด และต่ำสุดมีความแตกต่างไม่มาก เพราะราคา stilling well จะไม่สูงมาก ค่าก่อสร้างจึงถูกลง

4.1.2.2 Bubble gauge ระบบการถ่ายทอดไปยังเครื่องบันทึกใช้แก๊ส(ส่วนใหญ่ใช้ไนโตรเจน) ถ่ายทอดความสูงของระดับน้ำ ผ่าน Manometer ปรอทไปยังเครื่องบันทึก (รุ่นหลังเปลี่ยนมาใช้ counter weight machine แทน) (รูปที่ 2) ความสูงของน้ำเหนือ orifice จะเท่ากับความแตกต่างของระดับปรอทใน manometer ซึ่งสามารถอ่านได้เมื่อระดับน้ำในลำน้ำเปลี่ยนแปลง เช่นระดับน้ำสูงขึ้นความกดดันเหนือ orifice ก็เพิ่มขึ้นตามความสูงของระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น ด้วย ความกดดันที่เพิ่มขึ้นนี้ จะถ่ายทอดผ่านแก๊สไปยัง manometer ทำให้ระดับปรอทขึ้น หรือลง จนกระทั่งถึงจุดสมดุล ซึ่งหมายความว่าจุดซึ่งความสูงของระดับน้ำเหนือ orifice จะเท่ากับความแตกต่างของระดับปรอทพอดี ความเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกถ่ายทอด โดยระบบเกียร์ไปยังเครื่องบันทึกอีกต่อหนึ่ง ส่วนประกอบของ Bubble gauge แบ่งออกเป็น

(ก) Gas-purge system

(ข) Manometer assemble หรือใช้ counter weight machine

(ค) Servo-control Unit

(ง) Recorder

(ก) Gas-purge system ทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายทอดความสูงของน้ำ (Pressure head) โดยใช้แก๊สซึ่งมักเป็นไนโตรเจนเป็นสื่อไปยัง Pressure chamber ซึ่งอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งของ manometer ปรอท

(ข) Manometer assemble ทำหน้าที่เป็นตัวรับ Pressureจากข้อ (ก) ทำให้ระดับปรอทเปลี่ยนแปลง โดยไหลเข้าไหลออกจาก Float chamber ซึ่งอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งของ manometer ทำให้เกิดวงจรปิดและเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

(ค) Servo-control ทำหน้าที่ 2 อย่างคือ ประการแรกทำหน้าที่ขยายกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นให้มากพอที่จะไปเดินมอเตอร์ได้ มอเตอร์จะหมุนให้ Pressure chamber ขึ้นหรือลงจนกระทั่งความแตกต่างของระดับปรอทใน Pressure chamber และใน Float chamber เท่ากับ Pressure head ของน้ำเหนือ orifice ในขณะเดียวกันนี้อาการเปลี่ยนแปลงก็จะถูกถ่ายทอดไปยัง recorder ด้วย หน้าที่ประการที่สอง ก็คือทำให้เกิด delay ขึ้นในวงจรจากเวลาที่วงจรปิดและเวลาที่มอเตอร์เริ่มหมุน ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดความไวของเครื่องในขณะที่เกิดมีคลื่นผ่านผิวน้ำบริเวณ orifice ซึ่งจะทำให้ปากกาของ recorder เดินเรียบขึ้น

(ง) Recorder ทำหน้าที่บันทึกระดับน้ำที่ถูกถ่ายทอดผ่าน manometer และระบบเกียร์ ในขณะเดียวกันก็จะหมุนตามแกนของเวลา เพื่อให้ได้ระดับน้ำทุกๆเวลาดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นว่า Bubble gauge มีส่วนประกอบที่สลับซับซ้อนกว่าแบบ conventional gauge ดังนั้นการใช้และการระวังรักษา จึงยุ่งยากกว่า ผู้ใช้จะต้องเอาใจใส่ดูแลยิ่งกว่า Conventional gauge

4.1.2.3 <u>Transducer gauge</u> ระบบถ่ายทอดไปยังเครื่องบันทึกใช้ความดันของน้ำหรือน้ำหนักของน้ำบน transducer เป็นสื่อ เครื่องบันทึกอาจเป็นแบบใช้กราฟหรือใช้ solid-state data logger ก็ได้ data จาก logger นี้ใช้ computer อ่านออกมาได้ตามช่วงเวลาที่ตั้ง program ไว้

4.2 หมุดหลักฐาน

สถานีทุกๆแห่ง จะต้องมีหมุดหลักฐานซึ่งจะใช้เป็นเครื่องตรวจสอบกับจุดศูนย์ของเสาระดับหรือแผ่นวัดระดับน้ำเป็นครั้งคราว โดยเฉพาะภายหลังฤดูน้ำหลากการตรวจสอบนี้จะต้องกระทำ โดยวิศวกรประจำโครงการ หรือผู้ที่รับผิดชอบ และควบคุมสถานีวัดน้ำแห่งนี้ เครื่องมือตรวจสอบนี้ก็คือ กล้องระดับซึ่งได้ทำการตรวจสอบแล้ว การทำระดับตรวจสอบนี้จะต้องทำให้ครบ Circuit เพื่อจะได้รู้ Error of closure ซึ่งตามปกติไม่ควรเกิน 3 มม.ถ้าเกินกว่านี้ก็จะทำให้ทำการตรวจสอบใหม่ หมุดหลักฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานของสถานีวัดน้ำมีอยู่ 3 ชนิดคือ

1. หมุดหลักฐานของกรมแผนที่ (Bench mark)
2. หมุดหลักฐานประจำสถานีวัดน้ำ (Reference mark) ซึ่งรู้ระดับความสูงได้โดยโยงมาจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ ที่ตั้งของ reference mark นี้ควรอยู่ในที่มั่นคง ไม่ติดต่อหรือเกี่ยวข้องกับส่วนหนึ่งส่วนใดของ gauge
3. จุดหลักฐาน (Reference point) ซึ่งรู้ความสูงจากจุดศูนย์ของ gauge ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบกับ Reference mark หรือใช้ตรวจสอบระดับน้ำ

สถานีวัดน้ำจะต้องมีสมุดประจำสถานี ซึ่งใช้บันทึกเกี่ยวกับค่าต่างๆ เช่นศูนย์เสาระดับค่าของหมุดหลักฐานต่างๆและการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์ของเสาระดับเป็นต้น

4.3 เครื่องวัดกระแสน้ำ (Current meter)

เครื่องวัดกระแสน้ำนี้เป็นเครื่องมือวัดความเร็วของกระแสน้ำที่ไหลส่วนสำคัญของเครื่องวัดนี้คือใบพัดหรือลูกถ้วยซึ่งหมุนเมื่อน้ำไหลผ่าน จากจำนวนรอบที่หมุนกับระยะเวลาที่หมุนก็อาจจะคำนวณหาความเร็วของกระแสน้ำตรงจุดนั้นได้ เครื่องวัดน้ำที่สมบูรณ์แบบตามทฤษฎีจะต้องประกอบด้วย ลักษณะ 2 ประการ

1. มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของน้ำ
2. บันทึกเฉพาะความเร็วของน้ำที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของ measuring section

เครื่องวัดน้ำชนิดต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีคุณสมบัติครบถ้วนตามข้อ (1) แต่สำหรับข้อ (2) นั้นยังไม่สมบูรณ์แบบนักโดยเฉพาะเมื่อใช้วัดน้ำที่ไหลปั่นป่วนมากแต่อย่างไรก็ตามปัญหานี้อาจจะหลีกเลี่ยงได้โดยการเลือกที่วัดน้ำที่ไม่ไหลปั่นป่วนมากนักนอกจากนี้ในทางปฏิบัติเครื่องวัดน้ำยังต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีความทนทาน
2. มีชิ้นส่วนน้อย เพราะสะดวกในการถอดล้างและระวังรักษา
3. สะดวกและง่ายในการใช้งาน
4. มีรูปร่างเพรียวหรือมีแรงปะทะกับน้ำที่ไหลผ่านน้อย
5. ทำงานได้ดีแม้ในลำน้ำที่เต็มไปด้วยเศษไม้และขอนไม้
6. ทำงานได้ดีแม้ในลำน้ำที่ขุ่นหรือเต็มไปด้วยตะกอน
7. ใช้ได้ทั้งในการวัดแบบใช้ cable หรือ rod
8. rating ไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก หลังจากการซ่อมแซมใน field เมื่อเกิดเสียหายหรือขัดข้องขึ้น

โดยทั่วไปมีเครื่องวัดกระแสน้ำ 2 ชนิดด้วยกันคือ

1. Cup type (Price meter) (Gurley)
2. Propeller type

4.3.1 Cup type

เป็นเครื่องวัดแบบลูกถ้วย หมุนรอบแกนหมุน ซึ่งอยู่ในแนวดิ่ง นิยมใช้กันมากในสหรัฐอเมริกาแบบที่ใช้กันมากก็คือ price current meter ซึ่งแยกเป็นแบบ A แบบ AA และแบบ 622 นอกจากนี้ยังมี pygmy current meterซึ่งเป็นเครื่องวัดน้ำขนาดจิ๋วสำหรับวัดลำน้ำเล็กๆและตื้นในฤดูแล้ง

4.3.1.1 <u>Price meter</u> ชนิดที่มีใช้อยู่ในโครงการมีแบบ Gurley, Price meter และชนิดที่ทำในประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 3)

ต่อไปนี้จะขอกล่าวถึงส่วนต่างๆของ Price current meter โดยสังเขปเพื่อประโยชน์ในการใช้และระวังรักษา

1. Yoke เป็นส่วนมีรูปคล้ายเกือกม้า มีแกนนอนซึ่งต่อเข้ากับท่อนหางโค้งรูปเกือกม้าตอนบนมีรูสำหรับรับ contact chamber ส่วนตอนล่างสำหรับ pivot ทั้ง contact และ pivot นี้จะถูกยึดเข้ากับ yoke โดยใช้สกรูขัน

2. Tailpiece เป็นท่อนหางซึ่งขันติดกับด้ามของ yoke สำหรับเป็นเครื่องปรับให้เครื่องวัดน้ำ ให้หันขนานกับทิศทางไหลของกระแสน้ำ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือเป็นหางเสือของเครื่องวัดน้ำนั่นเอง

3. Bucket wheel เป็นลูกถ้วยหกถ้วย ซึ่งเชื่อมเป็นวงกลมมีระยะห่างเท่าๆกัน

4. Bucket wheel hub เป็นตัวยึด shaft และ bucket wheel ตอนล่างมี pivot bearing ฝังอยู่สำหรับรองรับกับ pivot

5. Shaft เป็นแกนซึ่งตอนล่างต่อกับ bucket wheel hub ตอนบนเป็นเกลียวสำหรับไปหมุน penta gear ตอนบนสุดเป็นแกนเล็กลงและหัวมน เพื่อมิให้เกิดความฝืดมากในขณะที่แตะกับฝาปิดของ contact chamber

6. Pivot เป็นแกนเหล็กแข็ง ซึ่งตอนบนฝนให้ปลายแหลมเป็นมุม 90° ตอนล่างทำเป็นเกลียวและมีน๊อตหมุนสำหรับปรับระยะของ pivot และ pivot bearing

7. Pivot bearing เป็นพื้นทำด้วยวัตถุแข็งขัดมันสำหรับรองรับ

8. Penta gear เป็นเกียร์ที่ต่อกลับเกลียวของ shaft โดยจะหมุน หนึ่งรอบต่อการหมุนสองรอบของ shaft และ bucket wheel เกียร์นี้มีส่วนยื่นซึ่งมีพันเกียร์ห่างกัน 180° และจะแตะกับ contact 2 ครั้ง ต่อการหมุนหนึ่งรอบหรือหนึ่งครั้งต่อการหมุน 5 รอบของ bucket wheel

9. Contact chamberเป็นกระบอกหุ้ม penta gear ส่วนของ shaft และ binding posts

10. Binding posts เป็นสกรูสำหรับต่อสายไฟ มีอยู่ 2 อันด้วยกัน คืออันแรกสำหรับการแตะกับ shaft ทุกรอบที่หมุนส่วนอีกอันหนึ่งติดต่อกับ penta gear สำหรับการแตะทุกๆ 5 รอบ

<u>คุณสมบัติของ Price meter มีดังนี้</u>

1. ใช้วัดกระแสน้ำที่ไหลช้า ถูกต้องดีกว่าแบบ propeller เนื่องจากมีความฝืดน้อยกว่าแต่สำหรับกระแสน้ำที่ไหลปั่นป่วนจะได้ค่าที่สูงกว่าปกติ

2. โดยที่มี bearing อยู่ใน air pocket จึงป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้าไปได้โดยเฉพาะเมื่อทำการวัดน้ำที่ขุ่นมากๆในขณะเกิด peak flood เครื่องชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับการวัดน้ำขุ่นๆ

3. ลูกถ้วยของเครื่อง ถ้าหากไปกระทบกระแทกจนบุบก็อาจทำการเคาะให้เข้ารูปเดิมได้โดยไม่ยาก โดยจะไม่กระทบกระเทือนกับ rating เดิมเท่าไหร่นัก

4.3.2 Propeller type

เป็นเครื่องวัดน้ำแบบคล้ายใบพัด โดยมีแกนหมุนในแนวระดับ เป็นแบบที่ใช้กันแพร่หลายในยุโรป มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แต่จะขอกล่าวถึงชนิดที่เรามีใช้อยู่เท่านั้น คือ

1) Dumas-Neyrpic (Neyrflux) current meter
2) A-OTT current meter
3) Valeport

4.3.2.1 Dumas-<u>Neyrpic current meter</u> เป็นเครื่องวัดน้ำ ทำในประเทศฝรั่งเศส ได้รับเครื่องมือชนิดนี้โดยความช่วยเหลือของรัฐบาลฝรั่งเศสในระยะแรกของ Mekong Project

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องวัดน้ำชนิดนี้ (รูปที่ 4)

ก) Propeller มี 4 ขนาด สำหรับความเร็วของน้ำต่างๆกัน ดังนี้

Pitch	**Diameter m**	**Rang of velocity m/sec**
0.50	0.10	0.50-6.00
0.25	0.10	0.20-4.00
0.10	0.10	0.10-1.60
0.20	0.20	0.30-1.00

ใบพัดที่กล่าวนี้ทำด้วยโลหะผสมชนิดเบา แกนตอนหัวของใบพัดมีเครื่องกลไกสำหรับยึดกับ spindle (แกนหมุน)

ข) Hollow body (5) เป็นตัวทรงกระบอกกลวงตอนหัวเรียวลง เพื่อให้เข้ากับรูปใบพัด

ค) Spindle (2)เป็นแกนหมุนทำด้วยโลหะผสมซึ่งมีความทนทาน ไม่เป็นสนิมแกนหมุนนี้รองรับด้วย bearing ลูกปืนซึ่งถอดได้ 2 ชุด (4) มีชิ้นแม่เหล็กถาวร (14) ขันเข้ากลับปลายของแกนหมุน

ง) Trap (3) เป็นที่เก็บกักตะกอนหรือผงที่เล็ดลอดเข้าไปในเครื่องก่อนที่ผ่านเข้าไปยังลูกปืน

จ) Contact chamber ซึ่งสวมเข้ากับตอนท้ายของตัวทรงกระบอกกลวงการหมุนของแม่เหล็กถาวรซึ่งไปพร้อมกับแกนหมุน จะถูกถ่ายทอดมายัง armature เหล็กอ่อน (6) ไปยังเกียร์ (7) และ (12) การแตะของ contact จะเป็น contact chamber มีรูสำหรับเสียบปลั๊กได้ 3 รู

คุณสมบัติของ Dumas-Neyrpic current meter มีดังนี้

1. วัดความเร็วของกระแสน้ำได้ตั้งแต่ 0.03 ถึง 6.00 เมตรต่อวินาที
2. บันทึกการหมุนได้ในอัตรา 1:20, 1:10, และ 1:1
3. Accuracy = 1%
4. Contact chamber กันน้ำได้ 100% เนื่องจากใช้แม่เหล็กเป็นตัวชักนำการหมุน
5. น้ำและตะกอนจะเข้าไปในลูกปืนได้ยาก เนื่องจากมี oil และ trap

ในปัจจุบันเครื่องวัดน้ำแบบ Dumas-Neyrpic ได้เปลี่ยนมาเป็นแบบ Neyrflux ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าและบันทึกการหมุนได้เพียงในอัตรา 1:1

4.3.2.2 <u>A-OTT current meter</u> เป็นเครื่องวัดน้ำแบบ propellerทำในประเทศเยอรมนี มีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนดังนี้ (รูปที่ 5)

1. Propeller unit ซึ่งประกอบด้วยใบพัด แกนหมุน rotating sleeves และแบริ่งลูกปืนใบพัดของ OTT current meter นี้ทำด้วยโลหะผสมชนิดหนักต่างกับใบพัดของ Dumas Neyrpic current meter ซึ่งทำด้วยโลหะชนิดเบาในแกนหัวของใบพัดนี้จะมีน้ำมันบรรจุอยู่เต็ม เพื่อป้องกันมิให้น้ำซึมเข้าไปทำอันตรายต่อลูกปืนได้

2. Meter body ซึ่งประกอบด้วย electric impulse generating unit ปลั๊กและขั้วสายไฟตัวเครื่องนี้แบ่งออกเป็น 2 chambers คือ

ก) Oilfilled chamber เป็นที่ตั้งของ electrical contacts มีน้ำมันชนิดข้นบรรจุอยู่เต็ม เพื่อป้องกันมิให้น้ำซึมเข้าไปได้

ข) Water flooded chamber เป็นที่ตั้งของเกียร์ซึ่งเชื่อมโยงกับแกนหมุนของใบพัดเกียร์นี้จะถ่ายทอดการหมุนไปยัง oilfilled หรือ contact chamber อีกต่อหนึ่ง การบันทึกรอบของการหมุนอาจทำได้ในอัตรา 1:20, 1:10 หรือ 1:1 ทั้งนี้ โดยการเปลี่ยนเกียร์ต่อจากแกนหมุน

4.3.2.3 Veleport current meter เป็นเครื่องวัดน้ำที่ผลิตจากประเทศอังกฤษ และทางโครงการได้รับความช่วยเหลือจากประเทศอังกฤษ

หลักการสำคัญของเครื่องวัดกระแสน้ำ นี้ก็คือมีการเปิดและปิด reed switch จากแม่เหล็กที่หมุนโดยรอบ การเปิดและปิดนี้ทำให้เกิด pulse แม่เหล็กซึ่งติดตั้งอยู่ในท่อนหัวทำให้เกิดสนามแม่เหล็กและเกิดหนึ่ง pulse ต่อการหมุนของใบพัดหนึ่งรอบ (รูปที่6)

ส่วนที่หมุนได้แก่ใบพัดน้ำหนักเบาและมีแม่เหล็กอยู่ในตอนท้ายของท่อนหัวนี้ ระบบ bearing ของใบพัดนี้ทำจากพลาสติก PTFE และหล่อลื่นจากน้ำ เนื่องจากใบพัดนี้มีน้ำหนักเบามากในน้ำ ดังนั้นความกดบน bearing จึงมีน้อยมาก

เมื่อแกนของใบพัดมีน้ำบรรจุอยู่เต็มแก้ว (ควรใส่ใบพัดในน้ำสะอาด) ตะกอนจากแม่น้ำจะเข้าไปได้ยาก

4.3.2.4 OSS-B1 current meter เป็นเครื่องวัดกระแสน้ำ และอุปกรณ์ที่ผลิตจาก ไฮโดรโลจิคัล เซอร์วิส พีทีวาย (HS.) ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งได้รับความช่วยเหลือจากองค์กร JICA ประเทศญี่ปุ่นเมื่อปี พ.ศ. 2541

คุณสมบัติจำเพาะของเครื่อง (Specification)

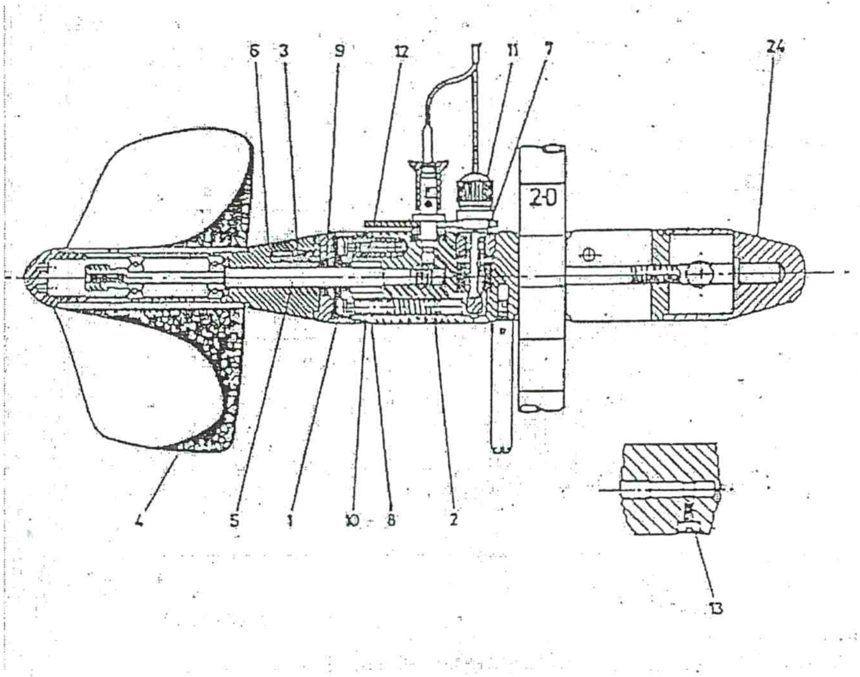
1. การเปิด – ปิด สวิชท์ ใช้รีดสวิชท์ให้สัญญาณ 1 สัญญาณต่อการหมุนให้ใบพัด 1 รอบ

2. ใช้กับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 9V. DC, 1.6 W

3. มีใบพัดให้เลือกใช้งานขนาดต่างๆ

แบบ	ขนาดใบพัด Dia(มม.)	วัดความเร็วสูงสุด Max.vel. (ม^3/วินาที)	วัดความเร็วต่ำสุด Min.vel. (ม^3/วินาที)	มุมเบนรับน้ำ
A	100	4.0	0.03	$\pm 45^\circ$
2	125	10.0	0.04	$\pm 5^\circ$
4	80	4.0	0.04	$\pm 5^\circ$

4. ใช้ติดตั้งได้กับแกนหยั่งน้ำขนาด dia. 20 มล. และบนแกนยึดลูกถ่วง (Hanker bar)



คำอธิบาย

1. รีดสวิทช์ (Reed Switch) 2. ตัวเครื่องวัด 3. แม่เหล็กถาวร 4. ใบพัด 5. แกนใบพัด
6. ปลอกลูกปืน 7. ตะขอยึดหลักกราวด์ 9. ฝาครอบรีดสวิทช์ 10. ตัวเครื่องด้านหน้า
11. ปลั๊กเสียบขั้วบวก 12. น.น.ถ่วง 13.สกรูยึดแกนใบพัด 24. สกรูยึดแกนหยั่งน้ำ

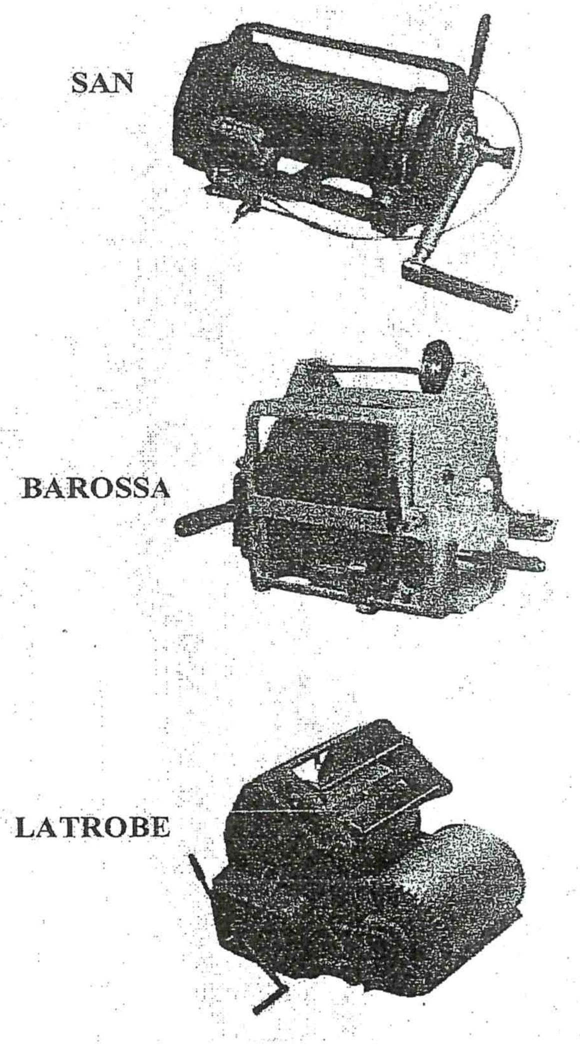
รูปภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องวัดกระแสน้ำ แบบ OSS-B1

4.3.3 กว้าน (Winch)

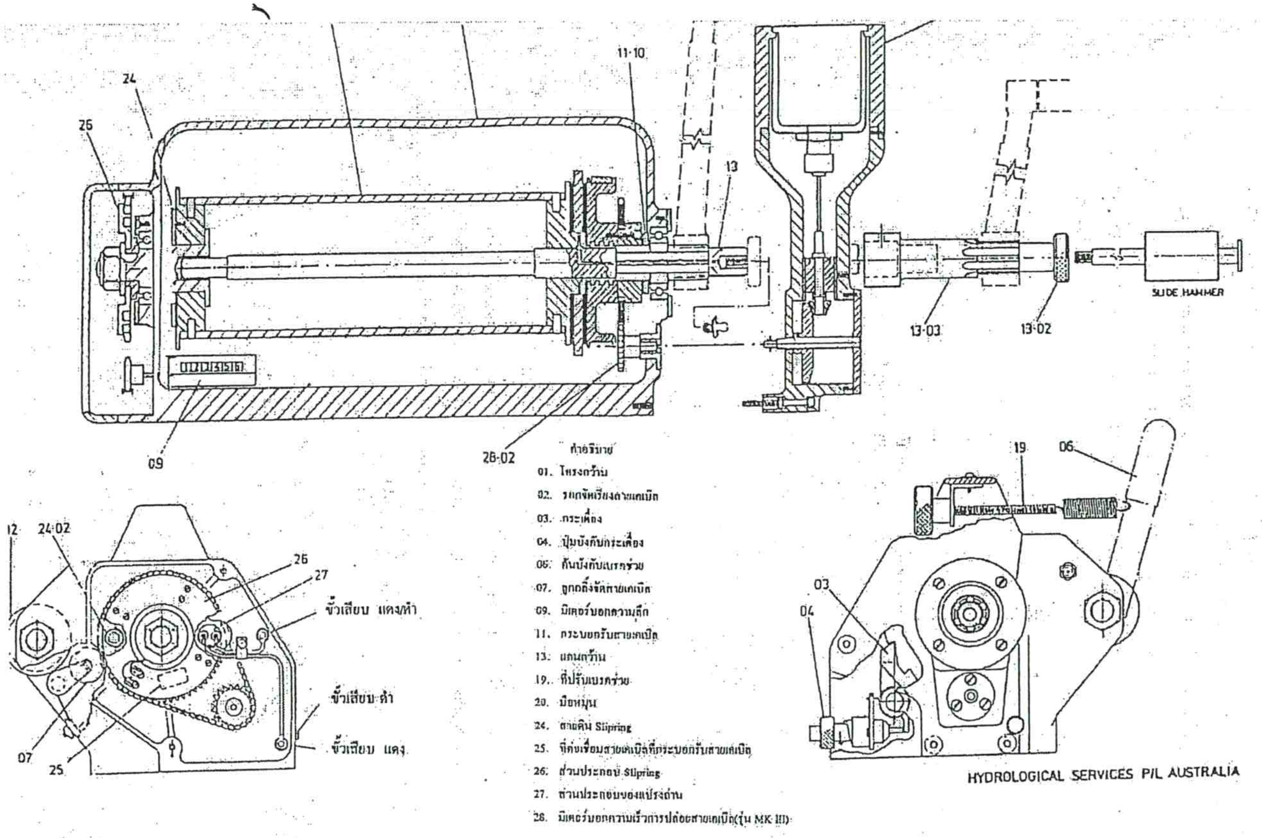
ผู้ผลิตกว้านได้ออกแบบกว้านให้มีขนาดต่างๆสำหรับเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับขนาดลูกถ่วงที่จะใช้ในแม่น้ำแต่ละท้องที่กว้านแบบ Single Drum Winch ของ (H.S.) ประเทศออสเตรเลีย มี 3 แบบ คือ แบบ SAN, BAROSSA และ LATROBE มีคุณสมบัติให้เลือกใช้งานดังนี้

คุณสมบัติ	แบบของกว้าน			หมายเหตุ
	SAN MKII	BAROSSA WS.600	LATROBE WS.900	
1. การรับน้ำหนักสูงสุด (Max. Load capacity)	45 กก.	50 กก.	90 กก.	
2. กระบอกรับสายเคเบิล (Drum) 2.1 ขนาด 3.0 มม.(1/8") 2.2 ขนาด 2.5 มม. (1/10")	24 ม. 30 ม.	48 ม. 60 ม.	100 ม. 125 ม.	แบบ SAN รับสายเคเบิลเรียงเดี่ยว
3. การขับเคลื่อน	มือหมุน	มือหมุน	มือหมุน หรือ มอเตอร์	
4.ระบบ (Brake) 4.1 เบรคอัตโนมัติ 4.2 เบรคช่วย	Weston Drag Barke	Weston Drag Barke	Weston Drag Barke	
5. มิเตอร์บอกความลึก (Depth Counter)	อ่าน 6 หลัก เป็น ซม.	อ่าน 6 หลัก เป็น ซม.	อ่าน 6 หลัก เป็น ซม.	
6. วงจรไฟฟ้า 6.1 Slipring 6.2 แปรง (Brush)	แผ่นเงิน แกรฟไฟท์	แผ่นเงิน แกรฟไฟท์	แผ่นเงิน แกรฟไฟท์	
7. น.น.กว้าน (ไม่รวมสายเคเบิล)	30 กก.		40 กก.	น.น.สายเคเบิล 3.0มม.45กก./100 ม. 2.5มม.2.5กก./100ม.
8. ขนาด กว้านx ยาวx สูง	285x500x300	350x500x425	400x600x600	

<u>4.3.3.1 การใช้กว้านของ H.S.</u> โดยที่กว้านของไฮโดรโลจิคัลมีระบบเบรคอัตโนมัติ แบบ Weston ประกอบด้วยแผ่นเบรคเชื่อมต่อกับกระบอกรับสายเคเบิล แผ่นเฟืองล๊อกเบรค (Ratchet Wheel) บังคับโดยกระเดื่อง (Pawl) ทำให้กว้านสายเคเบิลขึ้น-ลงมีความปลอดภัย และมีแผ่นเบรคเชื่อมต่อกับกระบอกเบรคช่วย (Drag Brake) ช่วยให้การปล่อยสายเคเบิลอย่างอิสระ (Free Fall) ส่วนความเร็วการปล่อยให้ปรับแรงโยกคันบังคับ (Lever)



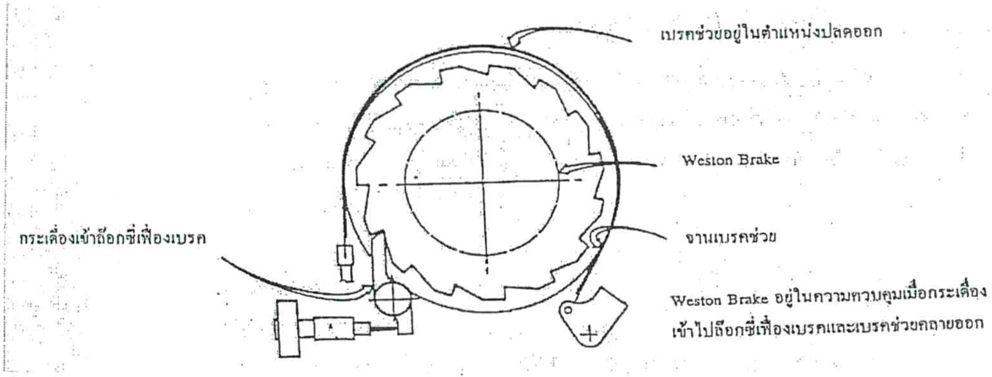
รูปภาพแสดงกว้านแบบต่างๆของ H.S.



รูปภาพแสดงส่วนประกอบของกว้าน แบบ SAN MK I

1. เบรคอัตโนมัติ แบบ (Weston)

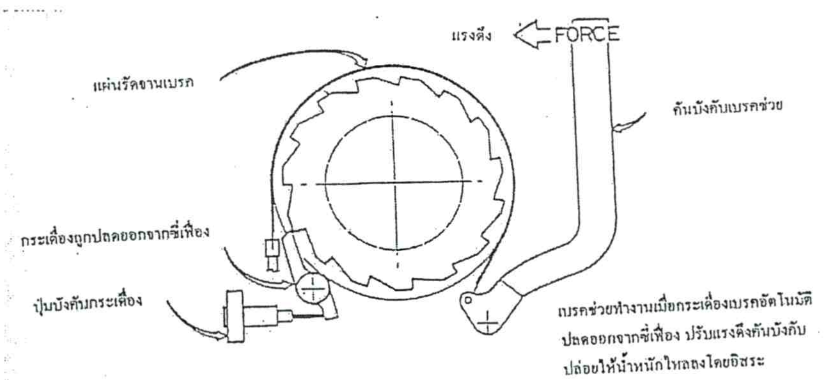
ระบบเบรกทำงานเมื่อปรับกระเดื่อง (Pawl) ให้อยู่ในตำแหน่งล๊อกเฟือง เบรค (Ratchet) โดยการคลายปุ่มบังคับกระเดื่องออก ขณะหมุนมือหมุนไปตามเข็มนาฬิกา (กว้านขึ้น) จะได้ยินเสียงดังคลิ๊กตามจังหวะของซี่ฟันเฟือง ในทางกลับกันถ้าต้องการ ปล่อยสายเคเบิลลงไปจะต้องหมุนกลับทางกัน ถึงแม้ว่าจะปลดมือหมุนออกน้ำหนักจะไม่ ดึงสายเคเบิลลงไป เพราะระบบเบรคทำงานโดยอัตโนมัติ เนื่องจากน้ำหนักที่ดึงอยู่ทำให้ งานมีใความปลอดภัย



รูปภาพแสดงตำแหน่งเบรกอัตโนมัติทำงาน

2. การทำงานของเบรคช่วย (Drag Brake)

เบรคช่วย ช่วยให้การหย่อนสายเคเบิลลงโดยอิสระ (Free Fall) และโดย สม่ำเสมอระบบเบรคทำงานเมื่อปลดให้เบรคอัตโนมัติอยู่ในตำแหน่งว่าง โดยการกว้านขึ้น เล็กน้อยแล้วปลดกระเดื่องบังคับเฟืองเบรกอัตโนมัติออกโดยการหมุนปุ่มบังคับกระเดื่อง เข้าจนกระทั่งกระเดื่องหลุดพ้นจากแนวฟันเฟือง ใช้มือดึงคันบังคับเบรคช่วย (Lever) เข้า หาตัวจนเห็นว่าน้ำหนักถ่วงอยู่ได้ แล้วค่อยๆ เลื่อนมือหมุน (Handle) ออกให้พ้นฟันเฟือง ที่แกนกว้าน ผ่อนคันบังคับเบรคช่วยปล่อยให้น้ำหนักไหลลงโดยอิสระ



รูปภาพแสดงตำแหน่งเบรคช่วยทำงาน

<u>ข้อควรระวัง</u>

เมื่อจะยกน้ำหนักขึ้นจะต้องให้กระเดื่องเบรคอัตโนมัติทำงานทุกครั้ง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการเลื่อนไหลของน้ำหนัก

ในกว้านแบบ BAROSSA และ LATROBE จะมีระบบเฟืองทด (Transmission Gear) ช่วยผ่อนแรงในการกว้าน แต่มีระบบโดยทั่วไปคล้ายกัน การถอดประกอบเบรคจะคล้ายกัน นอกจากว่าจะต้องถอดส่วนประกอบอื่นที่ต่างกัน ออกเสียก่อน ส่วนการบำรุงรักษามีแต่การอัดจารบีเบรค และทำความสะอาด Slipring ตามระยะเช่นกัน

<u>4.3.3.2 เครื่องนับสัญญาณการหมุนของใบพัด (Pulse Counter)</u> เครื่องนับสัญญาณแบบ CMC.20 และ CMC.200 มีคุณสมบัติเฉพาะ (Specification) คือ

1. ตัว Counter ทำด้วยอลูมินัม ป้องกันน้ำ มีน้ำหนักเบา มีสายสะพายคล้องคอ ปรับขนาดได้

2. ตัวเลขแสดงจำนวน ขนาด 1/2 ซม. 4 หลัก LCD. แบบ ใช้ได้ที่อุณหภูมิถึง80°C

3. ความเที่ยงตรง ± 0.1 วินาที

± 1 สัญญาณ

4. ระบบเวลาใช้นาฬิกา Quatz ภายในความคลาดเคลื่อน 1 ใน 20,000

5. ความสะดวกในการใช้งาน

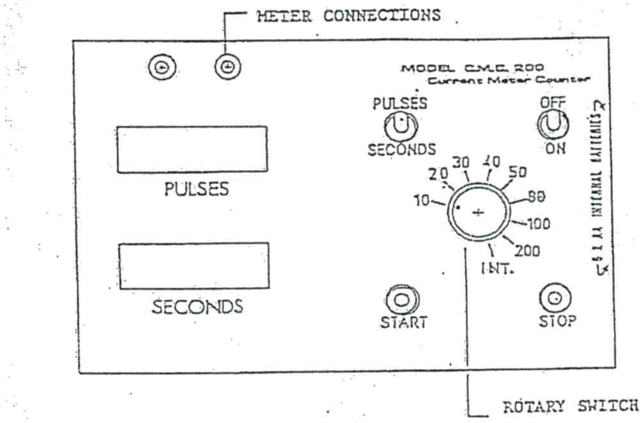
5.1 แบบ CMC.20 เลือกตั้งเวลาไดที่ 10,20,30,40,50,80,100,200 วินาที และปล่อยอิสระ

5.2 แบบ CMC.200 เลือกตั้งเวลาได้ที่ 10,20,30,40,50,80,100,200 วินาที/สัญญาณ และปล่อยอิสระได้ทั้งสองอย่าง

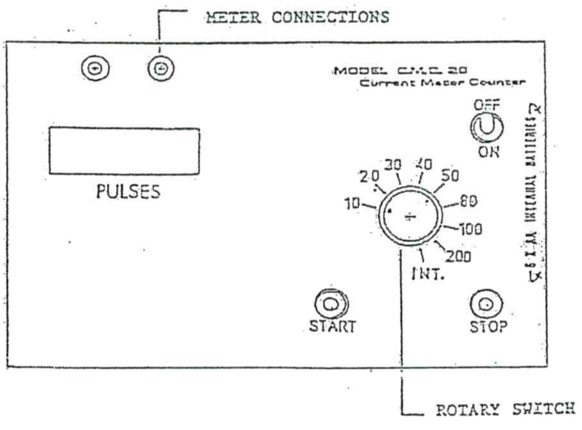
6. การตั้ง INT. (Integrate mode) ใช้กับการวัดกระแสน้ำโดยการหย่อนเครื่องแบบ Integrate กับลูกถ่วงที่มี Ground-feeler (มีสัญญาณเสียงเมื่อถึงท้องน้ำ)หรือใช้กับการควบคุมด้วยมือ

7. สัญญาณเสียง (Buzzer) ติดต่อกันแต่ละรอบการหมุนของใบพัด ยกเว้นเมื่อเลือกตำแหน่ง INT. จะมีเสียงติดต่อเมื่อวงจรปิด

8. กระแสไฟที่ใช้ AV.DC ใช้แบตเตอรี่ AA 6 ก้อน เมื่อกระแสไฟอ่อนจะแสดงจุดทศนิยมที่ตัวเลขทุกตำแหน่ง จากช่องแสดงจำนวนรอบ



CMC-200 CONTROLS



CMC-20 CONTROLS

รูปภาพแสดงหน้าปัทม์เครื่องนับรอบแบบ CMC.200 และแบบ CMC.20

4.4 <u>เครื่องเก็บตะกอน (Sediment sampler)</u>

ตะกอนในแม่น้ำ แบ่งออกเป็นหลายชนิดด้วยกันแต่โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ตะกอนแขวนลอย (suspended sediment) ซึ่งลอยปะปนมากับสายน้ำ ถ้ามีมากก็ทำให้น้ำขุ่น ตะกอนชนิดนี้จะมีขนาดเล็กว่า 0.062 มม. ส่วนอีกชนิดได้แก่ตะกอนท้องน้ำ ซึ่งกลิ้งหรือเคลื่อนตัวไปตามท้องน้ำเช่นหินกรวด และทราย

เครื่องเก็บตะกอนมีหลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะที่มีใช้ในโครงการ ดังนี้

1. Suspended sediment sampler
2. Bed-material sampler
3. Bed-load sampler

4.4.1 Suspended sediment sampler

ใช้เก็บตะกอนแขนลอยที่ไหลปะปนมากับสายน้ำ มีทั้งแบบจุด (point sampler) และแบบรวม (integration sampler)

4.4.1.1 <u>USP-46 และ P-61</u> เป็นเครื่องที่ใช้เก็บตะกอนได้ทั้งแบบจุดหรือแบบรวมเนื่องจากมี valve ปิดและเปิดได้ เหมาะสำหรับใช้ในลำน้ำที่ลึกกว่า 6 เมตร ตัวเครื่องมีความยาว 65 ซม. และหนักประมาณ 45 กก. ตรงหัวมีท่อเล็กๆ (nozzle) สำหรับให้น้ำไหลเข้า ลำตัวกลวงสำหรับใส่ขวดที่จะเก็บตะกอน ท่อนหัวมี value และกลไกสำหรับปิดเปิดทางน้ำเข้า เครื่องนี้ได้รับการออกแบบให้ความดันอากาศภายในขวดเท่ากับความดันของ hydrostatic pressure ตรงทางเข้า nozzle เพื่อป้องกันมิให้น้ำไหลพรวดพราดเข้ามาในขณะเริ่มเปิด value (รูปที่ 7)

4.4.1.2 <u>US D49</u> เป็นเครื่องที่ใช้ได้ เฉพาะการเก็บตะกอนรวม (depth integration method) ใช้ในลำน้ำลึกไม่เกิน 6 เมตร มีรูปร่างคล้าย USP46 แต่เบากว่า หนักราว 28 กิโลกรัม ตอนหัวมีท่อน้ำเข้าเช่นกัน แต่ไม่มีกลไกปิดเปิด nozzle จะเปิดอยู่ตลอดเวลาเหมาะสำหรับลำน้ำขนาดกลางเหมาะสำหรับลำน้ำขนาดกลางและขนาดเล็ก (รูปที่ 8)

4.4.1.3 <u>US DH48</u> เป็นเครื่องเก็บตะกอนขนาดเล็กซึ่งเหมาะสำหรับลำน้ำเล็กหรือใช้ในห้องทดลองมีน้ำหนักเพียง 2 กิโลกรัม ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ตอนหัวมี

nozzle สำหรับให้น้ำเข้าและจะมีอยู่ในตำแหน่งเปิดตลอดเวลาใช้วัดได้เฉพาะ depth integration method ส่วนมากจะใช้กับ rod (รูปที่ 9)

4.4.1.4 Pump-bottle sampler เป็นเครื่องเก็บตะกอนโดยใช้ปั๊มขนาดเล็กดูดน้ำตะกอนที่จุดต่างๆ ตามต้องการผลดีของเครื่องชนิดนี้ก็คือ สามารถเก็บตะกอนในปริมาณที่มากกว่าหนึ่งลิตรขึ้นไป และในระบบเวลาที่ต้องการได้โดยเฉพาะในบริเวณที่มี tidal effect

4.4.1.5 (FIPIWITU) เป็นเครื่องเก็บตะกอน suspended sediment และสามารถบอกขนาดและ distribution ได้ (รูปที่ 10)

5. การเก็บข้อมูลระดับน้ำ

5.1 การอ่านระดับน้ำ

ระดับน้ำเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญมาก ถ้าหากข้อมูลนี้ผิดหรือคลาดเคลื่อนแล้ว จะทำให้ข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องอาศัยระดับน้ำคลาดเคลื่อนไปด้วย ดังนั้นการอ่านระดับน้ำจึงต้องกระทำอย่างระมัดระวังและต้องได้รับการเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิด

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะที่อ่านจากเสาระดับโดยพนักงานอ่านระดับน้ำที่จ้างไว้หรือเจ้าหน้าที่ของศูนย์อุทก ที่ไปประจำอยู่ที่สถานีอุทก การอ่าน มักจะกระทำเฉพาะในเวลากลางวันเท่านั้นระยะที่แล้วมาจะอ่านเพียงวันละครั้งเดียวที่07.00น.หรือสองครั้งที่ 07.00 น. และ 17.00 น.

แต่ที่จะแนะนำให้อ่านก็คือ เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน อ่าน 2 ครั้งที่ 06.00 น. และ 18.00 น. เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน อ่าน 3 ครั้งที่ 06.00 น., 12.00 น. และ 18.00 น. เดือนกรกฎาคมถึงกันยายนอ่าน 5 ครั้งที่ 06.00 น., 09.00 น., 12.00 น., 15.00 น. และ 18.00 น. เดือนตุลาถึงธันวาคม อ่าน 3 ครั้งที่ 06.00 น., 12.00 น. และ 18.00 น.

ในกรณีที่มีเจ้าหน้าที่ประจำสถานีตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายนควรอ่านเป็น 6 ครั้ง โดยเพิ่มเวลา 21.00 น. ด้วย

เสาระดับมีอยู่สองชนิดคือเสาระดับตั้ง (staff gauge) ซึ่งเป็นแบบที่มีใช้อยู่ทั่วไปและเสาแบบเอน (slope gauge) ในระยะที่แล้วมาเสาระดับตั้งมีปัญหากับสาขาที่มีต้นไม้

และเศษไม้ไหลมากับสายน้ำ พาเอาเสาระดับโค่นไปจึงได้พยายามเปลี่ยนมาใช้แบบเอน หรือติดตั้งกับสิ่งก่อสร้างถาวรเช่น เสาสะพานเป็นต้น

เจ้าหน้าที่จะต้องสอนพนักงานให้อ่านระดับน้ำให้ถูกต้องและพนักงานจะต้องสอนให้ผู้ที่ตนมอบให้อ่านเป็นครั้งเป็นคราวเมื่อมีธุระ เพื่อให้การอ่านได้ต่อเนื่องกันและถูกต้องด้วยเช่นบางครั้งพนักงานอาจติดธุระ และให้ภรรยา หรือ ลูกไปอ่านแทน พนักงานจะต้องสอนให้ภรรยา และ ลูกอ่านได้ถูกต้องด้วย นอกจากนี้ความซื่อสัตย์ของพนักงานเป็นเรื่องที่สำคัญมาก มีบ่อยครั้งที่พนักงานไม่ได้อ่านระดับน้ำ แต่เขียนขึ้นเอง การกระทำเช่นนี้อันตรายมาก เพราะทำให้ข้อมูลผิดพลาด อันจะกระทบกระเทือน และ เป็นผลเสียต่องานศึกษาวิเคราะห์และวางแผนด้วย

5.2 <u>การระวังรักษาเสาระดับน้ำ</u>

พนักงานจะต้องคอยดูแลเสาระดับน้ำ ให้อยู่ในสภาพที่ดี และควรตรวจสอบเสาระดับ ว่าต่อเนื่องกันหรือไม่ มีการยุบตัวลงหรือถอนตัวขึ้นหรือไม่ วิธีตรวจสอบง่ายๆ ก็คือการใช้สายยางพลาสติกใส ตรวจสอบเสาระดับน้ำ โดยเทียบดูจากระดับน้ำทั้งสองข้างของสายยาง ถ้าไม่เท่ากัน จะต้องรายงานให้เจ้าหน้าที่ทราบโดยด่วนเพื่อขยับเสาระดับให้ถูกต้องต่อไป

สำหรับเจ้าหน้าที่ จะต้องตรวจสอบเสาระดับน้ำหลังฤดูน้ำทุกปี โดยเทียบสอบกับหมุดหลักฐานที่จัดทำไว้ตอนตั้งสถานีอุทกตามข้อ 4.2

ในกรณีที่สถานีอยู่ห่างไกลและอยู่ในที่ทุรกันดารติดต่อได้ยาก พนักงานหรือเจ้าหน้า ที่จะต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าโดยใช้สายยางและตั้งเสาขึ้นชั่วคราวและบากที่ไม้ทุกๆ 10 เซนติเมตร และพยายามอ่านเท่าที่จะทำได้ แทนที่จะไม่ได้ทำอะไรเลย

6. <u>การวัดปริมาณน้ำ (Discharge)</u>

ปริมาณน้ำในที่นี้หมายถึงปริมาตรของน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดต่อหน่วยเวลา (วินาที) และคำนวณจากความเร็วของกระแสน้ำคูณด้วยพื้นที่หน้าตัด ดังนั้นการวัดปริมาณจะต้องทราบเกี่ยวกับความกว้าง ความลึก และความเร็วของกระแสน้ำ

6.1 <u>การวัดความกว้าง</u>

6.1.1 การวัดโดยตรง_ การวัดโดยการกระทำ ได้จากจุดเริ่มต้น บนตลิ่งและใช้ tagline ขึงข้ามแม่น้ำ ปกติ tagline จะยาวไม่เกิน 200 เมตร บน tagline มีเครื่องหมายบอกระยะ นอกจากนี้อาจใช้สะพานหรือสาย cable บอกระยะ ความกว้างได้ tagline นี้จะใช้เรือหรือ wading ก็ได้

6.1.2 การวัดทางอ้อม ใช้ในกรณีที่แม่น้ำมีความกว้างมากกว่า 200 เมตร ขึ้นไปและไม่มีสะพานหรือสิ่งก่อสร้างที่จะอาศัยวัดความกว้างได้

วิธีที่หนึ่ง โดยการใช้ sextant จากในเรือ ในแนววัดน้ำมี range markers ปักไว้ทั้งสองฝั่งมี base line (A C) ซึ่งตั้งฉากกับแนววัดน้ำ (รูปที่ 11 ก) ระยะทางจากเรือไปยังจุดเริ่มต้น คำนวณได้จาก

$$BC = \frac{AC}{\tan \infty}$$

ได้แก่มุมที่ sextant วัดได้

ในทางปฏิบัติเราจะกำหนดความกว้างระหว่าง vertical ไว้และหามุมที่ตั้งไว้ล่วงหน้าแล้วที่ sextant

วิธีที่สองใช้ Theodolite ซึ่งตั้งอยู่บนฝั่งที่จุด A (รูปที่ 11 ข) วัดมุม B ระยะ BC ระยะ BC คำนวณได้จาก

$$BC = AC \tan B$$

วิธีที่สามใช้ Theodolite stadia ให้กล้องตั้งอยู่บนฝั่งและ stadia อยู่ในเรือหาระยะจากกล้องถึง stadia ได้ (รูปที่ 11 ค)

6.1.3 Positioning instrument เป็นเครื่องมือใหม่เรียกว่า self positioning ซึ่งใช้มากในงาน hydrographic survey โดยเฉพาะในบริเวณปากแม่น้ำซึ่งมีความกว้างมากๆ และอาจนำมาใช้สำหรับการวัดปริมาณน้ำก็ได้ มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบ optical และระบบ microwave

6.2 การวัดความลึก

6.2.1 การวัดโดยตรง การวัดโดยตรงอาจกระทำได้โดยใช้ wading rod หรือวัดจากเรือสำหรับแม่น้ำใหญ่ หรือลึกมากก็ใช้วัดโดยใช้ sounding weight แต่ต้องใช้ตุ้มน้ำหนักเพื่อ ให้เกิดมุมเบนของสาย cable น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามการวัดโดยใช้ sounding weight จะต้องแก้ความลึก 2 ครั้งจาก air-line และ wet-line ตามรูปที่ 12

6.2.2 วัดจาก Sonic sounder การใช้ sonic sounder ได้รับความนิยมมากขึ้นเพราะใช้ ทำ cross-section ได้ด้วย โดยเฉพาะใช้กับ moving boat สำหรับแม่น้ำขนาดใหญ่ เช่นแม่น้ำโขงการใช้ sonic sounder อาจจะถูกต้องกว่าวิธี sounding weight

6.3 การวัดเนื้อที่

เนื่องจากปริมาณน้ำรวมขึ้นอยู่กับจำนวนการแบ่งย่อยของ cross section โดยทั่วไปจะอยู่ในระหว่าง 20 ถึง 40 sections ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของท้องน้ำถ้าท้องน้ำค่อนข้างเรียบก็ใช้ section น้อยลงได้ การวัดเนื้อที่นี้อาจใช้ได้ 2 วิธี คือ mid-section และ mean section

6.3.1 Mid-section ใช้ความเร็วของกระแสน้ำตรงจุดวัด (vertical) คูณกับครึ่งหนึ่งของเนื้อที่ระหว่าง vertical หน้าและ vertical หลัง ดังแสดงในรูปที่ 13

เนื้อที่สำหรับ vertical 4 แสดงโดยเส้นทึบ

$$a_4 = \frac{b_5 - b_3}{2} \times d_4$$

$$A = E\,(a)$$

6.3.2 Mean-section ใช้เฉลี่ยความเร็วของกระแสน้ำระหว่าง vertical ส่วนเนื้อที่ก็ใช้เนื้อที่ระหว่าง vertical

$$A_{3\text{-}4} = \frac{(d_3 + d_4)}{2} \times (b_4 - b_3)$$

6.4 การวัดความเร็ว

การวัดความเร็วที่นิยมใช้กันก็ได้แก่ การวัดโดยใช้เครื่องวัดกระแสน้ำ ซึ่งมีส่วนสำคัญ คือใบพัด หรือลูกถ้วยซึ่งหมุนได้ตามแกนหมุนเมื่อน้ำไหลผ่าน จากจำนวนรอบที่หมุนกับระยะเวลาที่หมุนก็อาจจะคำนวณหาความเร็วของกระแสน้ำตรงจุดนั้นได้ เครื่องวัดน้ำที่สมบูรณ์แบบตามทฤษฎีจะต้องประกอบด้วยลักษณะ 2 ประการ คือ

1. มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วของน้ำ
2. บันทึกเฉพาะความเร็วของน้ำที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของ measuring

6.4.1 ชนิดของเครื่องวัดกระแสน้ำ

6.4.1 ชนิดของเครื่องวัดกระแสน้ำ โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิดคือ แบบแกนตั้ง หรือแบบลูกถ้วย และแบบแกนนอนหรือแบบใบพัด

6.4.1.1 <u>แบบแกนตั้ง</u> ระบบ bearing ของเครื่องวัดแบบนี้มักจะไม่ยุ่งยาก ทนทานและง่าย ต้องการดูแลกว่าแบบใบพัด และเนื่องจากมีแกนตั้ง จึงสามารถวัดน้ำความเร็วน้อยได้ดีกว่า และวัดความเร็วได้ตั้งแต่ 0.03 เมตร/วินาที ระบบ bearing ก็ป้องกันได้น้ำที่มีตะกอนได้ การซ่อมแซมจะไม่กระทบกระเทือนต่อ accuracy นัก แบบที่ใช้กันมากก็คือ Pricemeter type AA

6.4.1.2 <u>แบบแกนนอน</u> แบบแกนนอนหรือใบพัดนี้จะรบกวนต่อการไหลของน้ำน้อยกว่าแบบลูกถ้วยเนื่องจากมีแกนขนานกับแนวไหลของน้ำและมีผลกระทบน้อยสำหรับน้ำที่ไหลตามแนวตั้ง

ชนิดที่ใช้กันมากได้แก่ OTT (เยอรมัน) Neyrpic (ฝรั่งเศส) Valeport (อังกฤษ) Haskell (สหรัฐ) และ Hoff (สหรัฐ) แบบใบพัดจะมีความคงทนน้อยกว่าแบบลูกถ้วย

6.4.2 วิธีวัดความเร็ว

ความเร็วเฉลี่ยของ Vertical นั้นได้จากการวัดหลายๆจุดในแนวตั้งนั้นๆ มีตั้งแต่จุดเดียวจนถึง 6 จุด หรือมากกว่านั้น ดังต่อไปนี้

1. V = Vo.6
2. V = 0.96 Vo.5
3. V = 0.5 (Vo.2+Vo.8)
4. V = 0.25 Vo.2+0.5 Vo.6+0.25 Vo.8

5. V = 0.4 Vo.2+0.3 Vo.6+0.25 Vo.8
6. V = 1/3 (Vo.2+Vo.6+Vo.8)
7. V = 1/4 (Vo.2+Vo.4+Vo.7+Vo.9)
8. V = 0.1 Vs+0.3 Vo.2+0.3 Vo.6+0.2 Vo.8+0.1 Vb
9. V = 1/6 (Vs+Vo.2+Vo.4+Vo.6+Vo.8+Vb)
10. V = 0.1 Vs+0.2 Vo.2+0.2 Vo.4+0.2 Vo.6+0.2 Vo.8+0.1 Vb

Accuracy ของวิธีวัดต่างๆนี้ มีดังนี้

วิธี	จุดวัด	mean error (%)	standard deviation (%)
1	1	1.6	7.5
2	1	3.3	4.8
3	2	2.2	3.4
4	3	1.9	4.4
5	3	-0.8	3.3
6	3	2.0	3.7
7	4	-0.9	2.2
8	5	0.2	2.2
9	6	-1.6	2.5
10	6	0.9	2.1

ในกรณีที่มี flood มากอาจใช้วิธี

V = 0.88 Vo.2

โดยทางปฏิบัติวิธีที่ 1,3,4,8 และ 10 ใช้กับทั่วไป แต่วิธีที่ 1 และ 3 ใช้กันมาก

แต่เนื่องจากแม่น้ำจะมีลักษณะแตกต่างกันไปวิธีที่ดีที่สุดก็คือใช้วิธีที่ 10 ก่อน แล้วนำมาเทียบดูกับวิธีอื่นๆว่าวิธีไหนเหมาะกว่ากัน

6.5 วิธีวัดปริมาณน้ำ

6.5.1 วิธีวัด

1. Conventional
2. Moving boat
3. Index
4. Deflection type
5. Slope-area
6. Float
7. Electromagnetic
8. Acoustic (Ultrasonic)
9. Dilution
10. Radioisotope
11. Optical

6.5.2 Conventional method

วิธีนี้การวัดความเร็วจะกระทำที่ Verticals ตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปความกว้างระหว่าง verticals จะต้องไม่มากไปกว่า 1/20 ของความกว้างของแม่น้ำหมายความว่าจำนวน verticals จะต้องไม่น้อยกว่า 20 การวัดกระแสน้ำในแม่น้ำขนาดใหญ่ จะต้องใช้เรือและทำให้เรืออยู่กับที่โดยใช้ทอกสมอหรือใช้แรงเครื่องยนต์

วิธีใช้กันทั่วไปรวมทั้งโครงการแม่น้ำโขงด้วยตามปกติจะใช้เวลาตั้งแต่ 3 ถึง 6 ชั่วโมง ในการวัด

ข้อควรระวังในการวัดน้ำมีดังนี้

1. ทำ spin test ก่อนการวัด และระหว่างการวัด จำนวนรอบที่หมุนจะต้องใกล้เคียงกับเครื่องวัดเมื่อยังใหญ่อยู่
2. เมื่อหย่อนเครื่องวัดน้ำไปยังจุดที่ต้องการวัด ควรคอยอย่างน้อย 30 วินาทีก่อนลงมือวัดความเร็ว ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องปรับตัวเองเข้ากับกระแสน้ำ
3. การจับเวลาควรให้เกิน 60 วินาที

4. การวัดน้ำในแม่น้ำใหญ่ มีปัญหาการผิดพลาดมาก ควรใช้คนที่ชำนาญการวัดน้ำเท่านั้น

6.5.3 Moving-boat method

วิธีนี้จัดทำโดยให้เรือเคลื่อนที่ไปในแนววัดน้ำซึ่งต่างกับวิธีแรก ที่ให้เรืออยู่กับที่ ระหว่างที่เรือเคลื่อนที่ไป sonic sounder จะทำการบันทึกข้อความลึกของท้องน้ำและเครื่องวัดน้ำจะวัดความเร็วลัพธ์ระหว่างความเร็วของกระแสน้ำและของเรือ vane จะทำมุมขนานกับกระแสน้ำที่ไหลผ่าน และมุมระหว่างแนวของ vane และแนวเคลื่อนของเรือจะอ่านได้จาก indicator ส่วนการคำนวณหาปริมาณน้ำก็เช่นเดียวกันแบบ velocity area ดังกล่าวแล้ว แนวที่เรือเคลื่อนที่ไป (แนววัดน้ำ) จะตั้งฉากกับการไหลของกระแสน้ำคนขับเรือต้องพยายามบังคับเรือให้อยู่ในแนววัดน้ำ

Accuracy จะขึ้นอยู่กับความชำนาญของคนขับเรือดังในรูปที่ 14 แต่ในการปฏิบัติงานจริงหรืออาจอยู่สูงกว่าในระยะหนึ่ง และต่ำกว่าแนวในระยะหนึ่ง อาจเป็นการชดเชยได้ดังนั้นการวัดวิธี moving boat ควรวัดอย่างน้อย 6 ครั้งและนำผลเฉลี่ยมาใช้ ส่วน verticals ก็ราวๆ 30-40 verticals แต่โดยทั่วไปแล้ววิธีเหมาะสำหรับการวัดใน tidal zones ซึ่งต้องการวัดเร็วๆ ก่อนที่กระแสน้ำจะเปลี่ยนแปลง

การวัดน้ำแบบ moving-boat นำมาใช้โดย Mr. George Smoot จาก USGS ในโครงการผามอง ในปี 1969 Mekong Committee จัด Training course โดยวิธี moving-boat ที่เวียงจันทน์

6.5.3.1 <u>การหา Correction factor Kv Kv</u> หาได้จาก ความเร็วเฉลี่ยใน vertical หารด้วยความเร็วที่วัดได้

$$Kv = \frac{\overline{V}}{V}$$

Kv = Correction factor

$\overline{V}$ = ความเร็วเฉลี่ยใน vertical

V = ความเร็วที่วัดได้จาก moving-boat ซึ่ง current meter ตั้งอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำประมาณ 1 เมตรตัวคูณด้วย Kv นี้จะเปลี่ยนไปเมื่อระดับน้ำต่างกันและสถานที่ต่างกันแม่น้ำที่ลึกจะมีตัวคูณที่น้อยกว่าแม่น้ำที่ตื้น

จากการศึกษาและวิจัยในสหรัฐสำหรับแม่น้ำมิสซิสซิปปี้ แม่น้ำฮัดสัน และแม่น้ำเดลาแวร์ ปรากฏว่าตัวคูณ Kv มีค่าระหว่าง 0.90 และ 0.92

สำหรับแม่น้ำโขง ได้มีการศึกษาสำหรับสถานีผามอง ได้กระทำการวัดในปี 1967-1968 ทำการวัดโดยใช้วิธีธรรมดา 19 ครั้ง โดยวัดที่จุดใต้ผิวน้ำหนึ่งเมตร ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ย Kv เท่ากับ 0.87 นอกจากนี้ USBR ได้ทำการวัดเพื่อศึกษาเรื่องนี้เมื่อเดือนพฤศจิกายน 1968 ได้ค่า Kv เฉลี่ย 0.875

จากการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า

1. ตัวคูณ Kv สำหรับสถานีผามองมีค่า 0.86 ที่ระดับน้ำสูงและ 0.90 ที่ระดับน้ำต่ำ
2. ตัวคูณ Kv ของแม่น้ำโขงที่มีค่าน้อยกว่าของแม่น้ำในสหรัฐ
3. สำหรับสถานีอื่นๆที่มีการวัดแบบ moving boat มีค่า Kv จากการศึกษาดังนี้

เชียงแสน

ระดับน้ำ	**Kv**
0.00-1.99	0.92
2.00-4.49	0.91
4.50-8.49	0.90
8.50-12.0	0.89

หลวงพระบาง

ระดับน้ำ	**Kv**
3.00-3.49	0.91
3.50-4.19	0.90
4.20-4.99	0.89
5.00-5.99	0.88
6.00-7.29	0.87
7.30-15.0	0.86

ผามอง

ระดับน้ำ	Kv
0.00-0.49	0.91
0.50-1.49	0.90
1.50-2.49	0.89
2.50-3.99	0.88
4.00-5.99	0.87
6.00-10.49	0.86

6.5.4 Velocity index method

การวัดน้ำโดย conventional method เป็นวิธีที่ดีที่สุด ในกรณีที่มีงบประมาณไม่พอก็อาจใช้วิธี index point หรือ index vertical ซึ่งจะต้องทำการศึกษาดูว่าสถานีใดเหมาะที่จะใช้วิธีนี้ได้ โดยทั่วไปจะต้องเป็นสถานีที่ท้องน้ำค่อนข้าง stable จึงจะใช้ได้ผลดี

6.5.5 วิธีใช้ Recording current meter

เครื่องวัดกระแสน้ำแบบใหม่ที่สามารถวัดความเร็วของกระแสน้ำ ทิศทางการไหลและบันทึกเอาไว้ได้มีสองวิธีคือ

1. โดยใช้เข็มทิศ
2. โดยใช้ magnetic tape หรือ solid state memory ซึ่งนำมาอ่านด้วย computer ได้

Mekong Secretariat ได้ทดลองนำเอาเครื่องวัดน้ำแบบ The Gytre Minimodel SD-1000 และ SD-2000 ซึ่งสามารถวัด velocity direction และ temperature ตั้ง program ให้บันทึกได้ตั้งแต่ 8 นาทีจนถึง 6 ชั่วโมง

6.5.6 Slope-area method

วิธีทางอ้อมในการหาปริมาณน้ำสูงสุดจากคราบน้ำท่วมของปีก่อนๆ โดยใช้สูตร เช่น (manning formula)

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{N}$$

Q = ปริมาณน้ำ ม^3/วินาที

A = average area ของแม่น้ำช่วงนั้น (ม^2)

R = hydraulic radius ม

S = slope

N = roughness coefficient

6.6 Errors ในการวัดน้ำ

6.6.1 Errors การวัดระดับน้ำ

การวัดระดับมักจะไม่มีปัญหาสามารถอ่านได้ละเอียดถึง 1 ซม. ซึ่งนับว่ามี error น้อยมาก นอกจากกรณีที่มีคลื่นและลมแรง

6.6.2 Errors การวัด discharge

เกี่ยวข้องกับการวัด ความเร็ว ความลึกและความกว้าง การหาความเร็วจะเกี่ยวข้องกับจำนวนของ verticals และจุดวัดต่างๆ ของ vertical

6.6.2.1 Errors ต่างๆ ในการวัดน้ำที่ accurate จะต้องรู้ถึง accuracy ของส่วนประกอบต่างๆ

โดยทั่วไปมี errors มีอยู่ 2 ชนิดคือ systematic และ stochastic (random) systematic errors เกี่ยวกับคุณสมบัติของตัวเครื่องวัดน้ำ ส่วนการใช้วิธีการวัด การ process data จะเป็นทั้ง systematic และ stochastic การวัดความกว้าง ความลึกและความเร็วก็เกี่ยวข้องโดยตรงกับ errors

International Organization for standardization ได้รวบรวมไว้ว่า

การวัดระยะระหว่าง 0 ถึง 100 ม. จะมี error 0.3 % แต่ถ้าระยะเพิ่มเป็น 250 ม. error จะเพิ่มรับเป็น 0.5 %

การวัดความลึก จะเกี่ยวข้องกับลักษณะของท้องน้ำ ถ้าใช้ eco-sounder ก็จะมี error ประมาณ 1 %

การวัดความเร็ว ใช้ current meter 2 แบบ คือ cup type และ propeller type แม้ว่า cup type จะ sensitive ต่อลำน้ำที่ไหลปั่นป่วนแต่จากการวัดต่อเนื่องกันของทั้งสองแบบจะได้ผลใกล้เคียงกัน standard deviation stochastic calibration error ของ cup type น้อยกว่า 1 %

6.6.2.2 Errors ในการวัดความเร็วและความลึก

1. Type I Error เกิดจากการใช้เวลาในการวัดแต่ละจุดสั้นเกินไป ควรใช้เวลาตั้งแต่ 1 นาที ขึ้นไป

2. Type II Error เกิดจากการใช้จุดวัดใน vertical น้อยไป ในกรณีนี้ไม่ควรวัดที่จุดเดียว ควรใช้สองจุดขึ้นไป

3. Type III Error เกิดจากการใช้จำนวน vertical น้อยเกินไป ควรใช้จำนวน vertical อย่างน้อย 20

6.6.3 ปัญหาและ Errors ในการวัดแม่น้ำขนาดใหญ่ ปัญหาในการวัดแม่น้ำมีดังนี้

6.6.3.1 การเลือก site วัดน้ำ แม่น้ำใหญ่ที่อยู่ใน alluvium และมีลักษณะคดโค้ง จะเลือก site วัดน้ำที่ดีและเหมาะสมได้ยาก ช่วงตรงที่จะเลือกควรจะมีความยาวประมาณ 3-4 เท่า ของความกว้างในบางกรณีการเลือกลำน้ำเดี่ยวๆ ได้ยาก เพราะมี sand duner อยู่กลางลำน้ำ อาจต้องวัดเป็น 2 channels ถึงทำให้มี errors เพิ่มขึ้น

6.6.3.2 การวัดความกว้าง สำหรับลำน้ำขนาดเล็กหรือกลางอาจใช้ tagline ได้ ส่วนการวัดสำหรับลำน้ำใหญ่ต้องใช้วิธีทางอ้อม ดังนั้น errors จึงมากขึ้น

6.6.3.3 การวัดความลึก การวัดแม่น้ำที่ลึกควรจะใช้ ecosounder การวัดแบบ sounding อาจผิดพลาดได้ง่ายถ้ามีมุมเบนมาก

6.6.3.4 การวัดความเร็ว ในกรณีที่มีความเร็วสูง และมุมเบี่ยงเบนสูง อาจทำให้จุดวัดความเร็ว ไม่ว่าจะเป็นจุด 0.8 หรือ 0.2 คลาดเคลื่อนได้และบางกรณีอาจวัดได้เพียงจุด 0.2 หรือบนผิวน้ำเท่านั้น ผลการหาความเร็วเฉลี่ยจึงมี errors ขึ้นได้ ถ้ายิ่งทำการวัดในวันที่มีลมแรง คลื่นบนผิวน้ำจะทำให้เรือโยก และเครื่องวัดน้ำก็จะโยกขึ้นโยกลงตามไปด้วย ทำให้ errors เพิ่มขึ้นไปอีก

6.6.3.5 ทีมวัดน้ำ การวัดน้ำ แม่น้ำใหญ่ จะใช้เวลา 3-6 ชั่วโมง ถ้ายิ่งวัดนานพนักงานจะเพลียและอ่อนล้า ทำให้เกิด errors

7. การเก็บตัวอย่างตะกอน

ในการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยเฉพาะการก่อสร้างเขื่อนบนแม่น้ำ ตะกอนเป็นข้อมูลสำคัญ ที่จะต้องนำมาประกอบในการออกแบบก่อสร้าง มิฉะนั้นแล้วตะกอนอาจจะทำให้เกิดปัญหาในภายหลัง และทำให้ระยะเวลาในการใช้ประโยชน์จากเขื่อนสั้นลง

โดยทั่วไปตะกอนแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ

- Suspended sediment
- Bed-load sediment

7.1 Suspended sediment

ได้แก่ตะกอนขนาดเล็กมีขนาดเล็กกว่า 0.62 มม. ซึ่งจะไหลปะปนไปกับสายน้ำ ตะกอนชนิดนี้มีขนาดตั้งแต่ silt หยาบ(0.062 มม.) ถึง Clay (0.00024 มม.) ปริมาณของตะกอนที่ไหลมากับสายน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเซาะกร่อนของลุ่มน้ำนั้นๆ

ใน suspended sediment มี wash load ซึ่งเป็นตะกอนเล็กมากปนอยู่ด้วยในรูป colloidal ซึ่งตะกอนชนิดนี้เกือบจะไม่ตกตะกอนเลย ยกเว้นในบริเวณน้ำนิ่ง เช่นในอ่างเก็บน้ำหรือปากแม่น้ำ

7.1.1 เครื่องเก็บตะกอน suspended sediment โดยทั่วไป มี 3 ชนิด คือ

1. Integrating sampler เป็นเครื่องเก็บตะกอนโดยให้น้ำตะกอนไหลเข้าไปใน nozzle ในขณะที่เครื่องวัดเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจากผิวน้ำลงไปยังก้นแม่น้ำ หรือจากก้นแม่น้ำมาถึงผิวน้ำ หรือทั้งสองทาง

2. Grab sampler เป็นการบอกแนวนอนมีที่ปิดเปิดที่ปลายกระบอกทั้งสองข้างใช้เก็บตะกอน ณ จุดที่ต้องการ

3. Pumping sampler โดยใช้เครื่องปั้มน้ำตะกอนขนาดเล็กจากจุดที่ต้องการในช่วงเวลาที่ต้องการ

7.1.2 วิธีเก็บตะกอน

การเก็บตะกอนจะกระทำที่ site วัดน้ำ โดยทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี ในการหา mean concentration คือ

- Equal discharge increment (EDI)

- Equal width increment (EWI)

7.1.2.1 <u>EDI method</u> ใน cross section แบ่งออกเป็น 3 ถึง 10 section ซึ่งมี discharge เท่าๆกันใช้ depth integration method ที่จุดกึ่งกลางระหว่าง verticals โดยหย่อน samples จากผิวน้ำลงไปถึงก้นแม่น้ำแล้วดึงขึ้นมา โดยใช้ความเร็วคงที่ samples อาจรวมเป็น sample เดียวก็ได้ ก็คือ discharge-weighted

7.1.2.2 <u>EWI method</u> ในกรณีนี้แม่น้ำจะถูกแบ่งออกเป็น 6 ถึง 10 ช่วงในระยะเท่าๆกัน ใช้ integration method ในการเก็บตะกอนที่ทุกๆ vertical แล้วนำเอา samples มารวมกันเป็น sample เดียว concentration ที่ได้โดยวิธีนี้ก็คือ width-weighted

7.2 <u>Bed-load sediment</u>

เป็นตะกอนขนาดใหญ่ที่เคลื่อนไปตามท้องน้ำ หรือกลิ้งตัวไป ในรูปของ ripples dunes และ bar การเคลื่อนตัวของตะกอนท้องน้ำนี้จะไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่มีเครื่องมือที่จะเก็บตะกอนทั้งหมดทุกๆขนาดได้

7.2.1 เครื่องเก็บตะกอน bed-load

มีเครื่องมือหลายชนิดที่นำมาใช้เช่น basket-type sampler, Pan type sampler และ pressure-different sampler แต่ระบบที่นิยมใช้ได้แก่ Helly Smith bed-load sampler (รูปที่ 15)

7.2.2 วิธีเก็บตะกอน bed-load

โดยหย่อนเครื่องวัดลงไปถึงก้นแม่น้ำโดยใช้ rod หรือสาย cable ทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของตะกอน ขนาดของเครื่องเก็บตะกอน และ การเคลื่อนตัวของตะกอน

เครื่องวัดตะกอนท้องน้ำนี้ จะมีปัญหามาก สำหรับแม่น้ำใหญ่ จึงมักนิยมใช้เครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ เรียกว่า bed-material sampler ใช้เครื่อง BM-54 (รูปที่ 18) นำมาหา distribution และใช้ rational formula หา bed-load discharge ได้

7.3 ขนาดของตะกอน

ในการหา total sediment discharge จะต้องทราบขนาดและ distribution ของตะกอนทั้ง suspended และ beb-load discharge ซึ่งรวมกันแล้วจะได้ total sediment discharge

การหาขนาดและ distribution ของ suspended sediment อาจนำ suspended sediment sample มาวิเคราะห์ใน Lab ได้ หรือไม่ก็ใช้เครื่องมือFIPIWITU (Field pipette withdrawal tube)

ขนาดและ distribution ของตะกอน suspended sediment ของแม่น้ำโขงที่ปากเซซึ่งเคยวิเคราะห์ไว้

Size finer (mm)	**weight** (gm)	**% finer**
0.005	0.0553	14.7
0.009	0.0336	23.6
0.020	0.0966	49.3
0.040	0.1095	78.4
0.080	0.0387	88.7
coarser	0.0426	100.0

สำหรับขนาดและ distribution ของ bed-material บริเวณที่ตั้งเขื่อนผามอง

Size finer (mm)	**weight** (gm)	**% finer**
0.005	0.8	0.8
0.125	1.3	2.1
0.250	6.2	8.3
0.500	25.6	33.9
1.000	60.1	94.0
2.000	6.0	100.0

8. Water quality

การเก็บ Water quality samples มีจุดประสงค์แตกต่างกัน เช่น น้ำสำหรับใช้ในครัวเรือน เกษตรกรรม และ อุตสาหกรรมเป็นต้น น้ำในแม่น้ำนอกจากมีอินทรียวัตถุ ตะกอน และแร่ธาตุแล้วยังมีสิ่งปนเปื้อนจากการกระทำของมนุษย์ เช่นการปล่อยน้ำโสโครก การทิ้งของเน่าเสียลงไปในลำน้ำ ดังนั้นการเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ก็เพื่อติดตามเก็บสถิติ และศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำ เพื่อนำมาวางแผนควบคุมในอนาคต

Parameters ที่นำมาใช้กับ Water quality มีดังนี้

8.1 Physical Parameters

-Temperature

-Turbidity

-Co lour

-Specific conductance

-Total dissolved solids

-Dissolved oxygen

9. ขั้นตอนการปฏิบัติงานเก็บข้อมูล

9.1 การเก็บข้อมูล

9.1.1 ระดับน้ำ

การอ่านระดับน้ำ ตามปกติการอ่านตัวเลขเป็นเซนติเมตร มักจะไม่ผิดแต่มักผิดที่หลักเมตร ดังนั้นผู้อ่านจะต้องดูให้แน่ใจ และควรเปรียบเทียบกับวันที่แล้วมาว่าน้ำขึ้นหรือลง โดยเฉพาะเวลาที่ระดับน้ำขึ้นเร็ว ควรจะระวังอย่างยิ่ง พนักงานที่สถานีจะต้องหาค่าระดับน้ำเฉลี่ย (mean) ไว้ด้วยถ้าทำได้

เมื่อส่งข้อมูลมาถึงศูนย์ จะต้องมีเจ้าหน้าที่ศูนย์ตรวจสอบระดับน้ำว่าถูกต้องหรือไม่ รวมทั้งการหาค่าเฉลี่ยทันที ถ้าพบว่ามีอะไรที่หน้าสงสัยจะได้ตรวจสอบกับสถานีโดยเร็ว

9.1.2 ปริมาณน้ำ

การวัดปริมาณน้ำ พนักงานจะต้องบันทึก

- ระดับน้ำและเวลาก่อนวัด
- ระดับน้ำและเวลาหลังวัด
- ถ้าเป็น mobile unit จะต้องตรวจสอบค่าระดับน้ำกับที่อ่านโดยพนักงาน
- ชนิดของเครื่องมือวัดและหมายเลขเครื่อง
- ทำ spin test
- ใช้จุดเริ่มต้น (reference point) ที่จุดเดิมเสมอ
- มุมเบนของสาย cable จะต้องวัดแม้จะเห็นมุมไม่มาก จะต้องเตรียมเครื่องวัดมุมไว้ด้วย
- การคำนวณปริมาณน้ำจะต้องมีคนตรวจสอบเสมอ
- ที่ศูนย์จะต้องมี rating curve ของปีก่อน plot ไว้สำหรับเปรียบเทียบกับผลวัดน้ำที่วัดใหม่ หากจุดวัดห่างจาก curve มากก็จะต้องตรวจสอบใหม่ว่ามีอะไรผิดพลาด เช่น ระดับน้ำอาจผิด หรือการคำนวณผิด

9.1.3 การเก็บตะกอน (suspended sediment)

พนักงานจะต้องบันทึกค่าระดับน้ำ วันและเวลาในการเก็บตะกอน รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ และเก็บตะกอนที่ verticals แล้วใส่ลังส่งห้องทดลองหรือใช้เครื่องกระบอกปั๊ม ปั๊มน้ำตะกอนผ่านกระดาษกรองก่อนนำผงตะกอนส่งห้องทดลอง

9.1.4 การเก็บตัวอย่างน้ำ (water quality)

พนักงานจะต้องบันทึกค่าระดับน้ำ วันและเวลาในการเก็บ ความลึก และเครื่องมือที่ใช้ และที่ verticals แล้วจึงใส่ลังส่งห้องทดลอง

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเก็บข้อมูล มีดังนี้

สถานี

อ่าน วัด บันทึก คำนวณ ตรวจสอบ สำเนา

- ระดับน้ำ
- ตะกอน
- ดูแลรักษาซ่อมแซมเครื่องมือ
- ปริมาณน้ำ
- ตัวอย่างน้ำ

↓ ส่งข้อมูล ทุกเดือน　　↑ ตรวจสอบกลับ ถ้ามีปัญหา

ศูนย์อุทก

ตรวจสอบ คำนวณ ทำประวัติสถานี

- ระดับน้ำ
- ตะกอน
- Rating curve เบื้องต้น
- ดูแลรักษาซ่อมแซมเครื่องมือ
- ปริมาณน้ำ
- ตัวอย่างน้ำ

↓ ส่งข้อมูล ทุกเดือน　　↑ ตรวจสอบกลับ ถ้ามีปัญหา

สำนักงานกลาง

ตรวจสอบ คำนวณ รวบรวมและวิเคราะห์

- ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทุกชนิด
- Rating curve
- ดูแลรักษาซ่อมแซมเครื่องมือ
- ส่งเจ้าหน้าที่ตรวจสอบการปฏิบัติงานและซ่อมแซมเครื่องมือ
- บริหารงาน

10. การทำประวัติและเครื่องมือประจำสถานีและศูนย์

การจัดทำประวัติของสถานีนับว่าเป็นของสำคัญมากในการก่อตั้งสถานี เพื่อใช้สำหรับเป็น records ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและต่อเนื่องกัน

10.1 ประวัติสถานี (Station history)

บันทึกความเป็นไปของสถานีตั้งแต่เริ่มต้นก่อสร้าง และบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ โดยย่อ โดยรวมสิ่งต่อไปนี้

10.1.1 การติดตั้ง gauge

บันทึกวันที่ติดตั้งและใครเป็นผู้ติดตั้ง แบบ sttaf หรือ slope มีเสากี่ต้น มีกี่เมตร ระดับน้ำขณะติดตั้ง รวมทั้งสถานีที่ตั้ง gauge ว่าอยู่ตอนใดของแม่น้ำใกล้กับสถานที่สำคัญอะไร มีภาพ sketch ประกอบด้วย พร้อมทั้งรูปตัดของแม่น้ำ

Bench mark และ Reference Point จะต้องบันทึกไว้ด้วย

10.1.2 การเปลี่ยนแปลงของ gauge

เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของเสาระดับน้ำจะต้องบันทึกไว้ เช่นระดับน้ำเสาที่สอง ถูกน้ำพัดหายไป และต้องติดตั้งแทนทันที ในกรณีที่ไม่มีกล้องระดับ ก็ให้ใช้สายยางพลาสติกแทน และจะต้องบันทึกไว้ด้วย

10.1.3 การเปลี่นแปลงของศูนย์เสาระดับ (gauge datum)

Datum ของ gauge จะต้องบันทึกไว้เมื่อทำการติดตั้ง และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนย้ายก็ต้องบันทึกไว้ด้วย

10.1.4 การเปลี่ยนแปลงด้านอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงเช่นการติดตั้ง เครื่องวัดน้ำแบบบันทึก การเปลี่ยนสาย cable เปลี่ยนเครื่องวัดน้ำ เครื่องวัดรอบ หรือการเปลี่ยนอื่นๆจะต้องบันทึกไว้

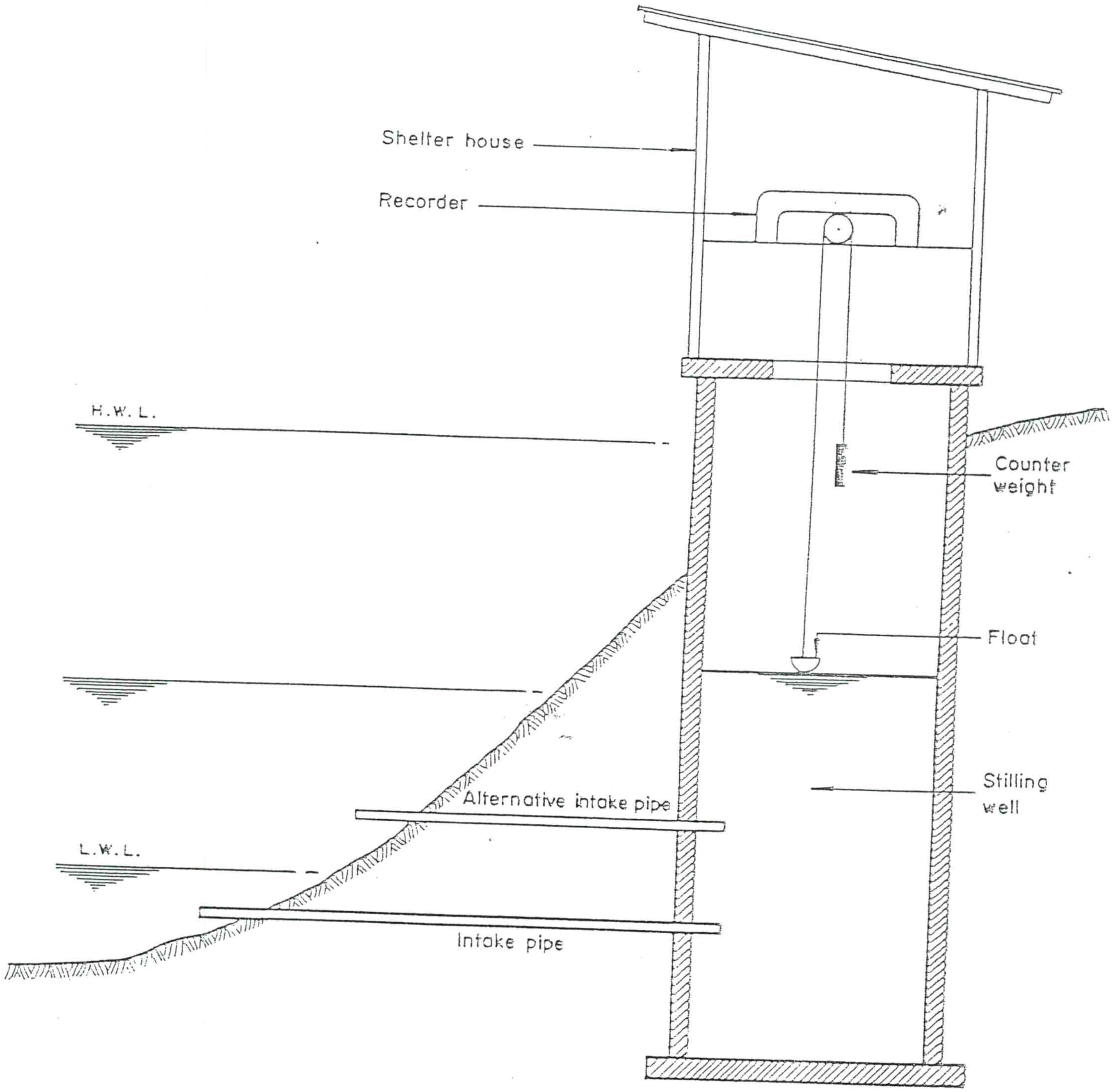
10.1.5 เกี่ยวกับคนอ่านระดับน้ำ

ชื่อ ผู้สังเกตจะต้องบันทึกไว้รวมทั้งวันที่เริ่มจ้าง ค่าจ้าง และการเปลี่ยนคนอ่าน

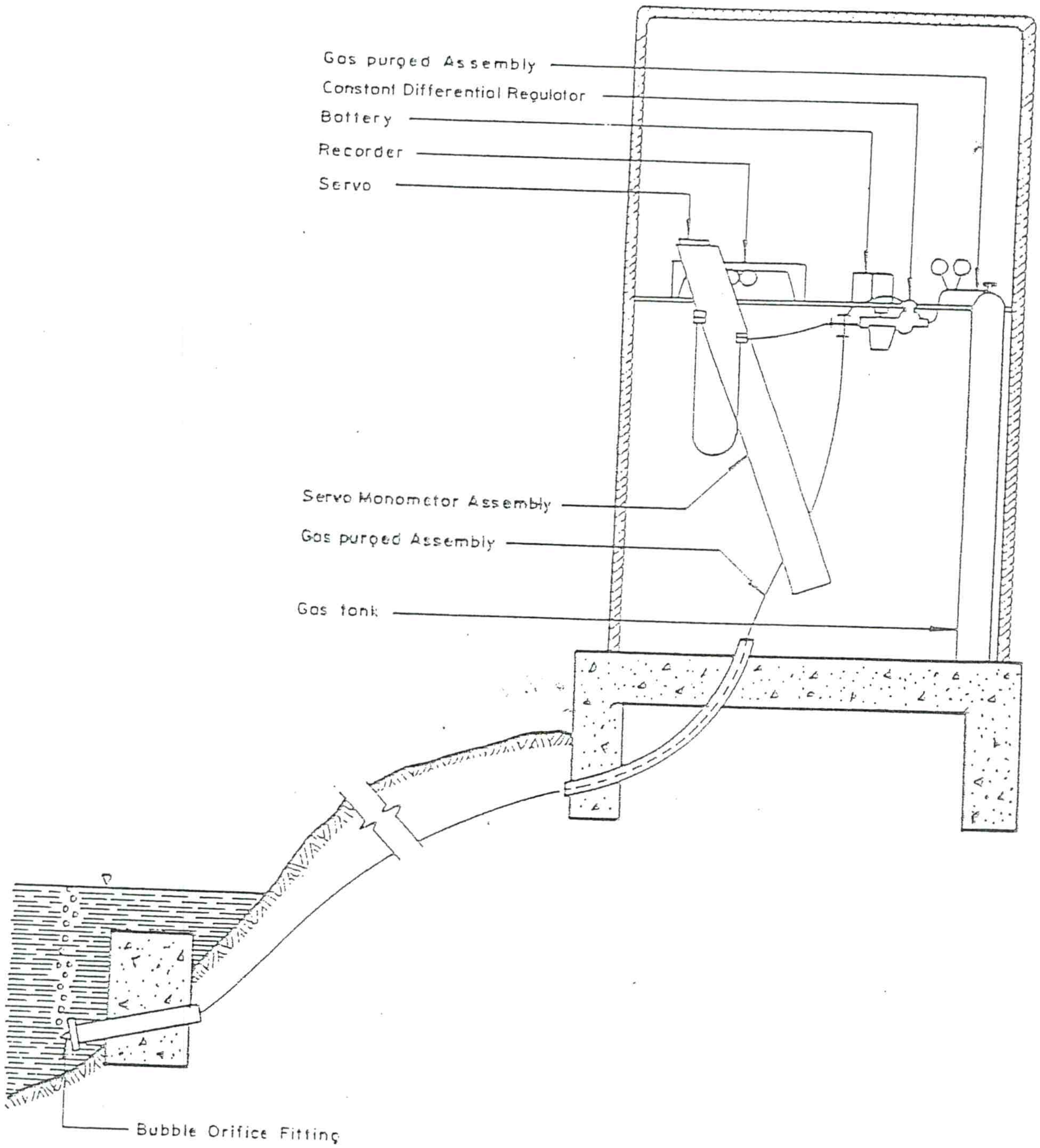
10.2 เครื่องมือประจำสถานีหรือศูนย์

สถานีและศูนย์ต้องมีรายการเครื่องมือ เช่น เครื่องวัดน้ำ เครื่องบันทึกรอบ sounding reel sediment samplers รถ เรือ เครื่องเรือ รวมทั้งหมายเลขและชนิดของเครื่องมือ นอกจากนี้ยังต้องบอกสภาพของเครื่องมือว่าเป็นอย่างไร เช่น สภาพดี ดีพอใช้ ใช้งานได้ หรือใช้งานไม่ได้ และควรมีการตรวจสอบๆ 6 เดือน หรืออย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดย มีผู้กำกับด้านเครื่องมือ (Instrument engineer or technician) มาตรวจสอบซ่อมแซม หรือ ส่งกลับสำนักงานกลางเพื่อตรวจซ่อมต่อไป

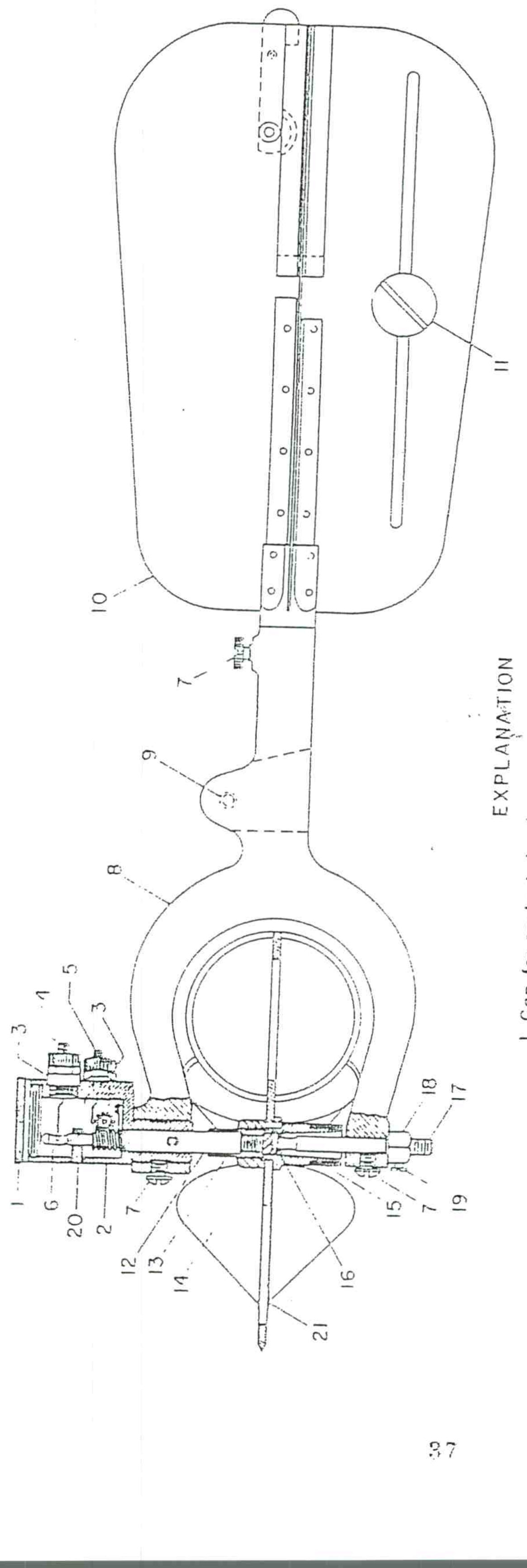
ภาคผนวก



รูปที่ 1 Conventional float gauge



รูปที่ 2 Bubble gauge

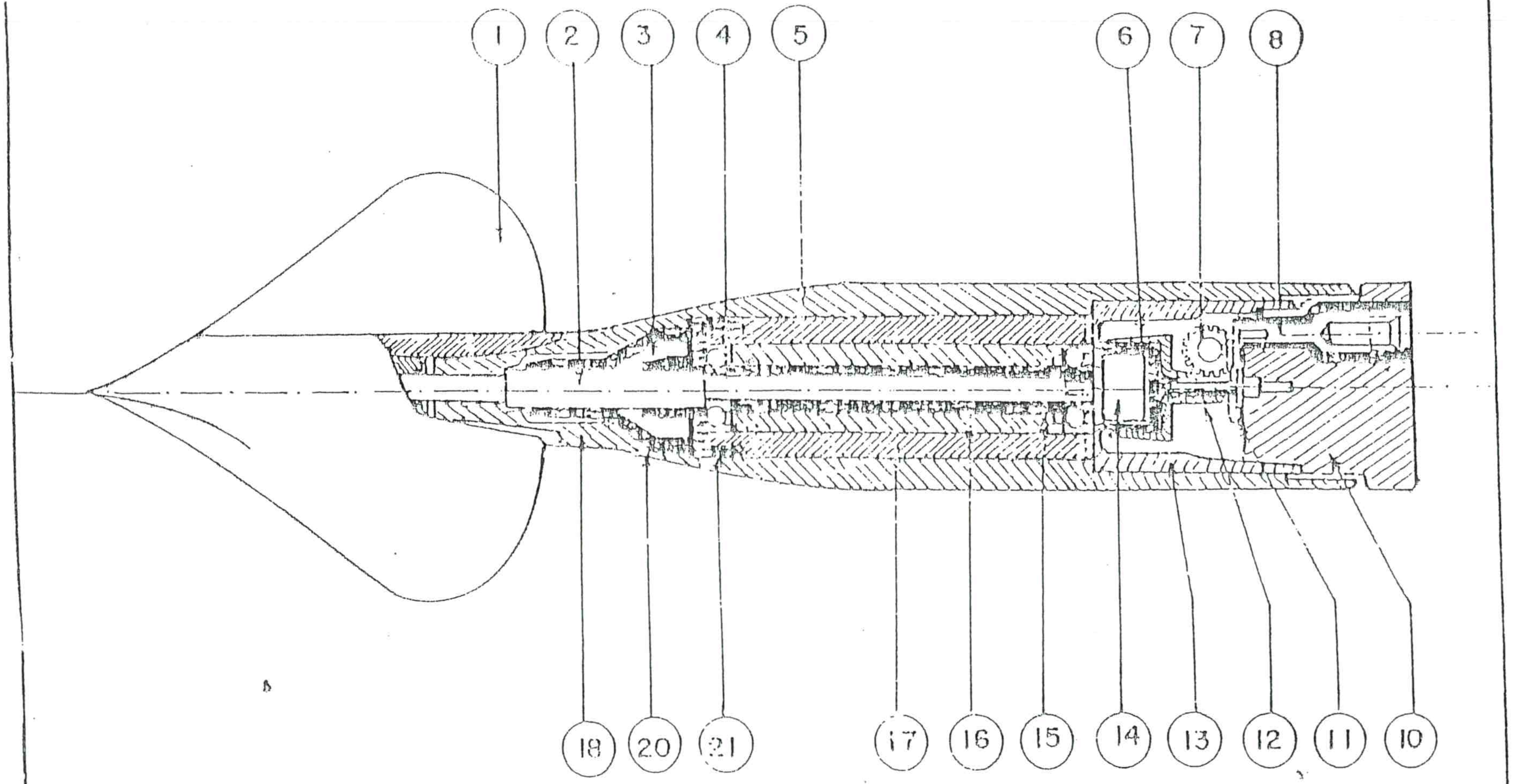


EXPLANATION

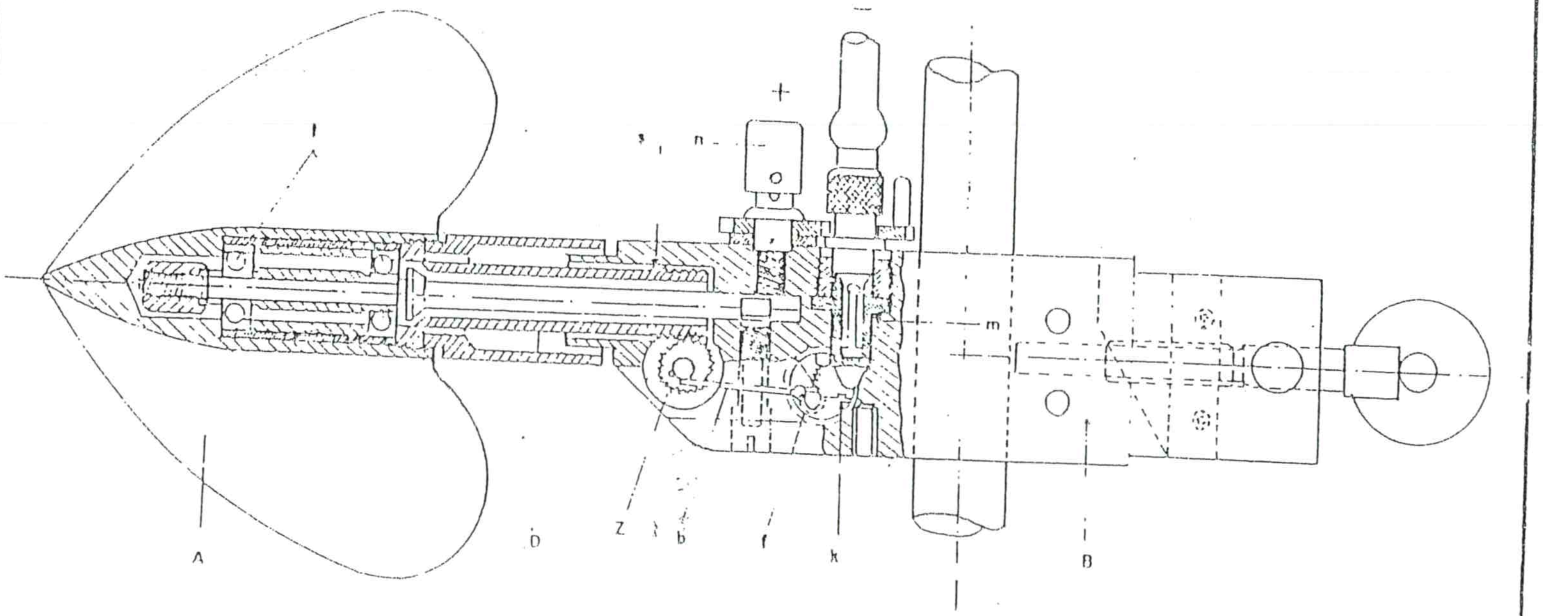
1. Cap for contact chamber
2. Contact chamber
3. Insulating bushing for contact binding post
4. Single—contact binding post
5. Penta—contact binding post
6. Penta gear
7. Set screw
8. Yoke
9. Hole for hanger screw
10. Tailpiece
11. Balance weight
12. Shaft
13. Bucket—wheel hub
14. Bucket—wheel hub nut
15. Raising nut
16. Pivot bearing
17. Pivot
18. Pivot-adjusting nut
19. Keeper screw for pivot-adjusting nut
20. Bearing lug
21. Bucket wheel

รูปที่ 3 —Assembly diagram of type-AA Price current meter.

รูปที่ 4 — The Dumas—Neyrpic magnetic current meter

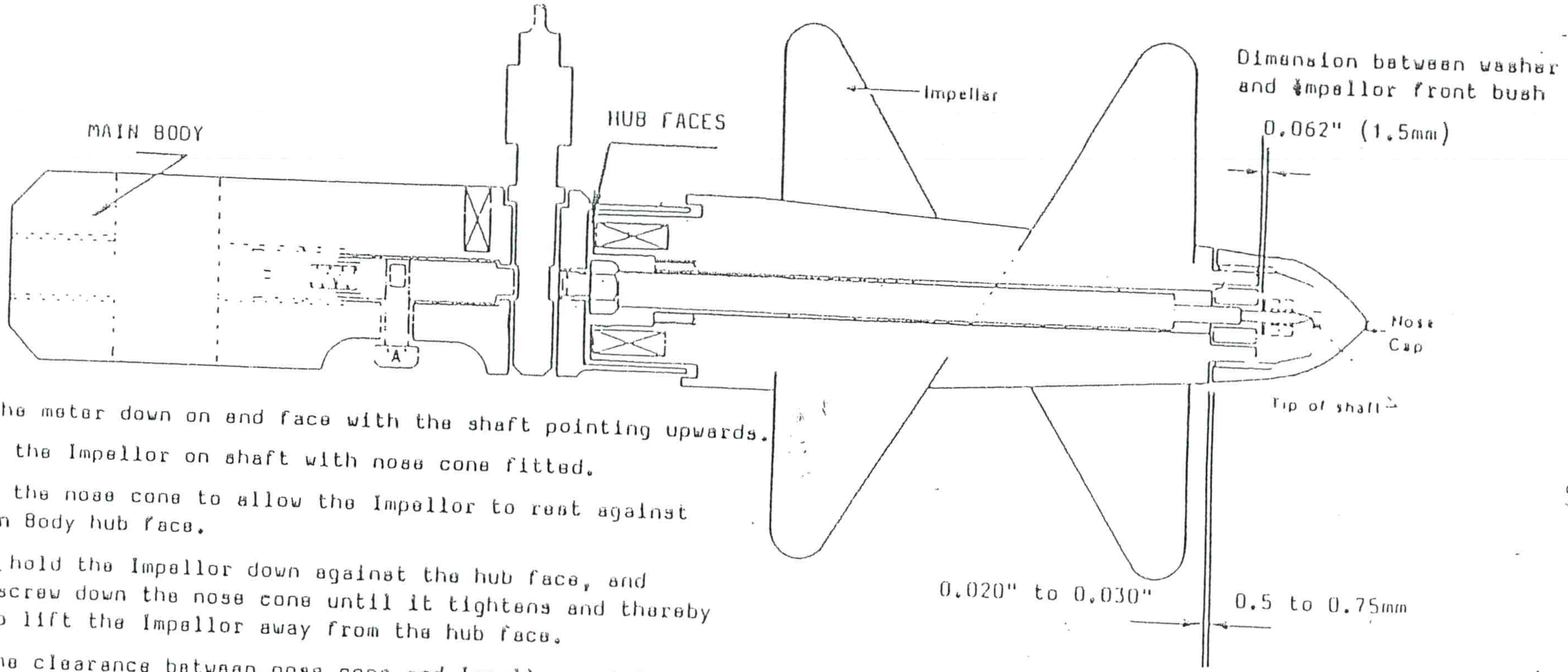


รูปที่ 5 OTT. CURRENT METER MARK V "Arkansas"



A. PROPELLER	B. METER BODY
D. PROPELLER SHAFT	b. CONTACT LEVER
g. PIVOT SHAFT	f. LEVER
S. THREADED SHAFT	i. BALL BEARING
k. CIRCUIT BREAKER	m, PLUG
n. TERMINAL POST	P, WASHERS
q. SCREW	z. GEAR

TO REPLACE AN IMPELLOR



OPERATIONS.

No. 1. Stand the motor down on end face with the shaft pointing upwards.

2. Replace the Impellor on shaft with nose cone fitted.

3. Unscrew the nose cone to allow the Impellor to rest against the Main Body hub face.

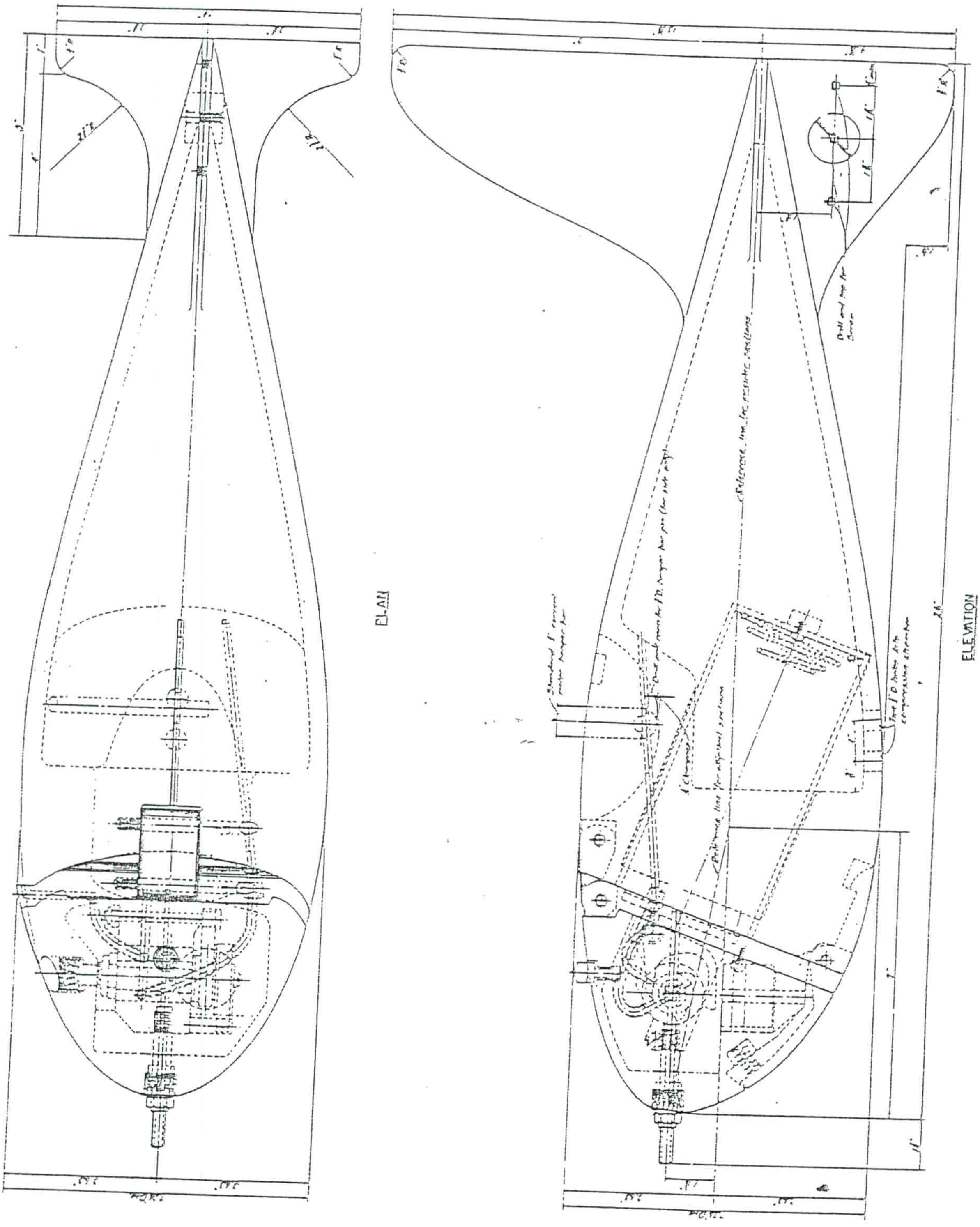
4. Lightly hold the Impellor down against the hub face, and slowly screw down the nose cone until it tightens and thereby wants to lift the Impellor away from the hub face.

5. Check the clearance between nose cone and Impellor and face and adjust the shaft to the dimensions as shown if neccessary, Ensure that the shaft and lock nut are tightened.

6. Remove the nose cone, fit the 6BA washer and nuts as shown and described in the maintenance instructions.

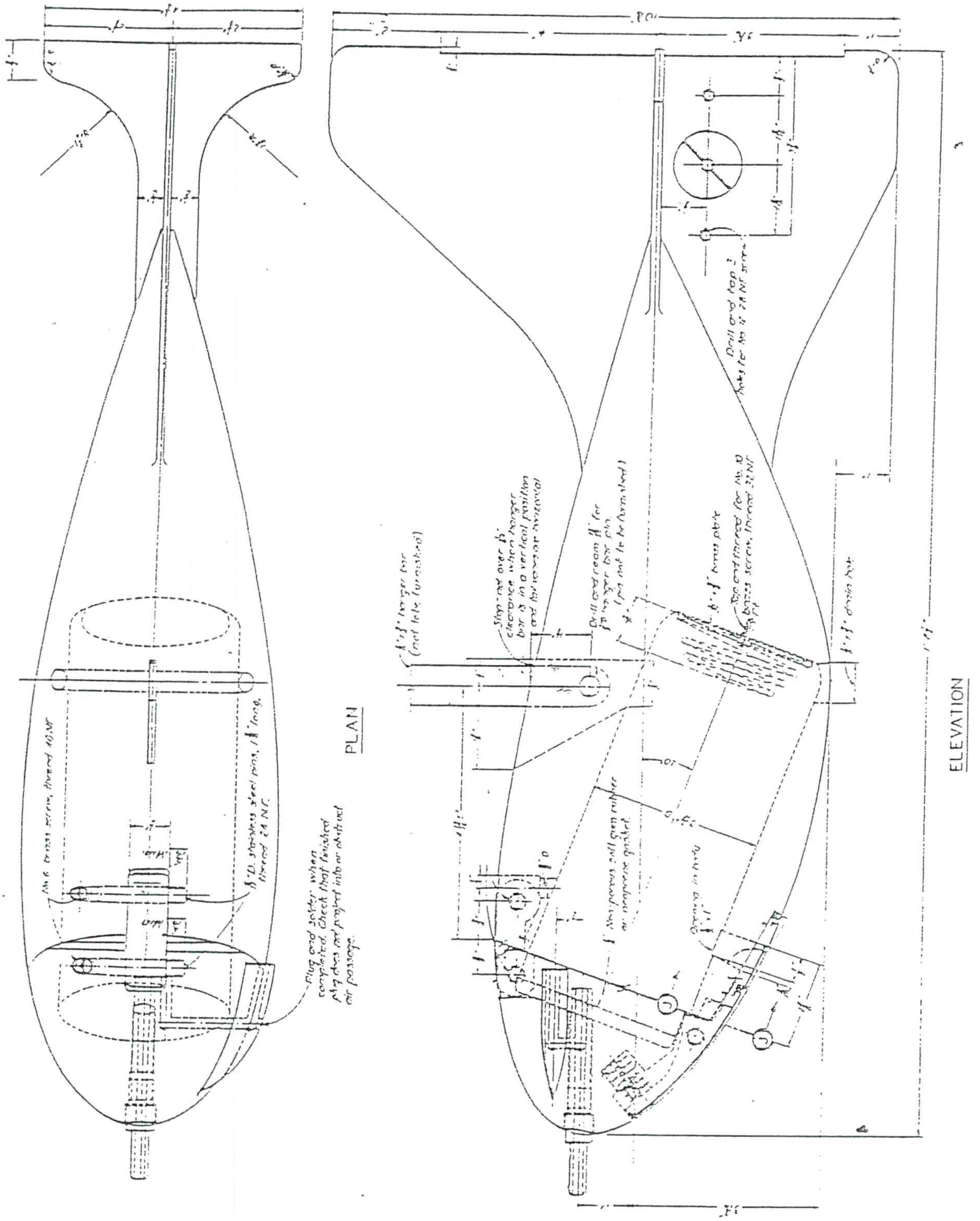
7. The final clearance required between the hub faces will be established when the nose cone is finally tightened. i.e. 0.02" to 0.03"

รูปที่ 6



SUSPENDED SEDIMENT SAMPLER US P-46

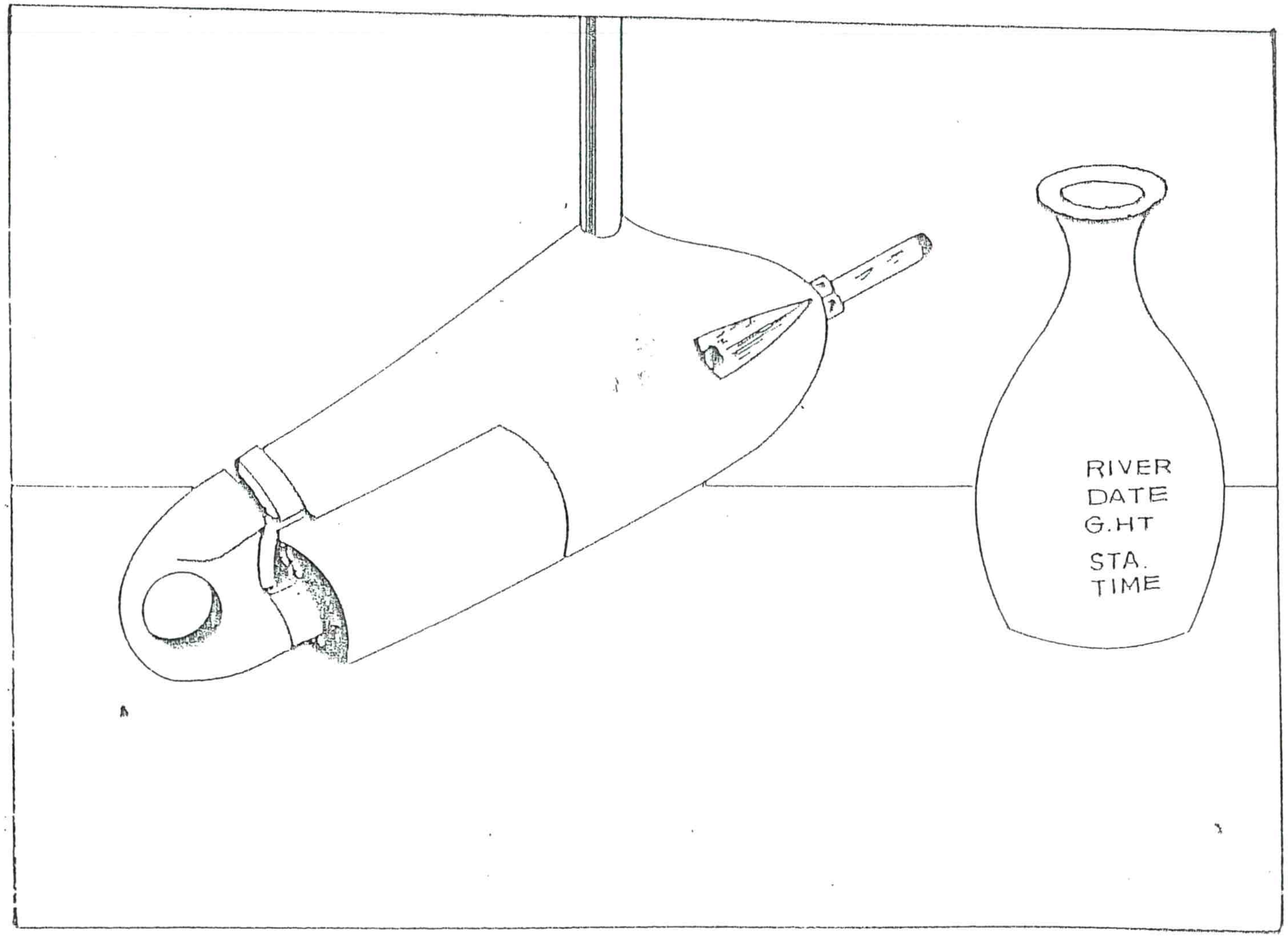
รูปที่ 7



SUSPENDED SEDIMENT SAMPLER US D-49

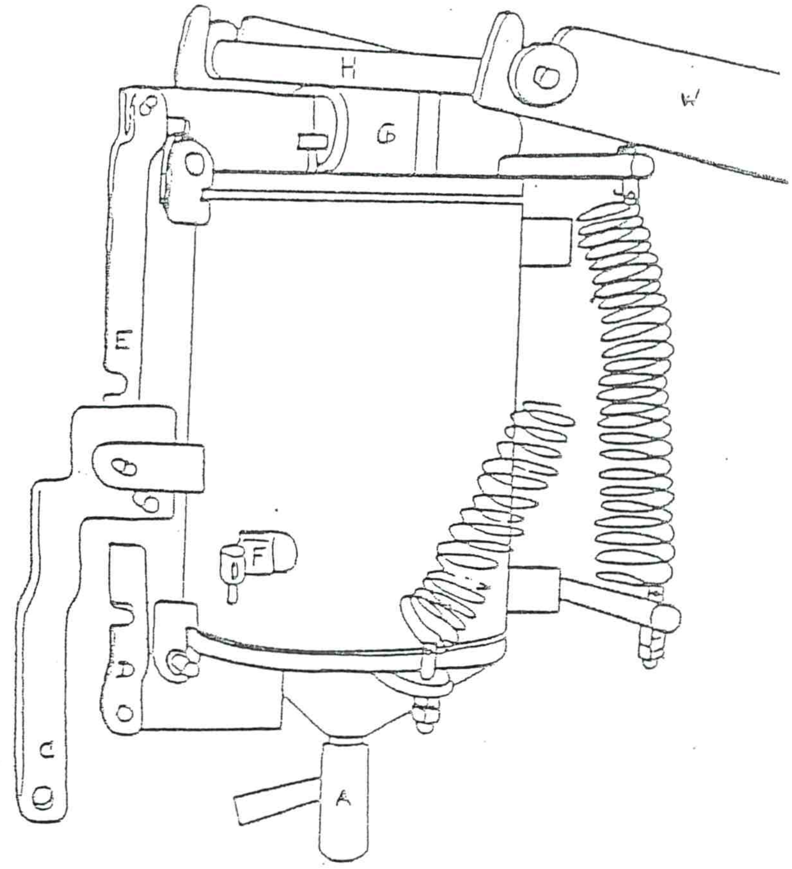
FIG. 15

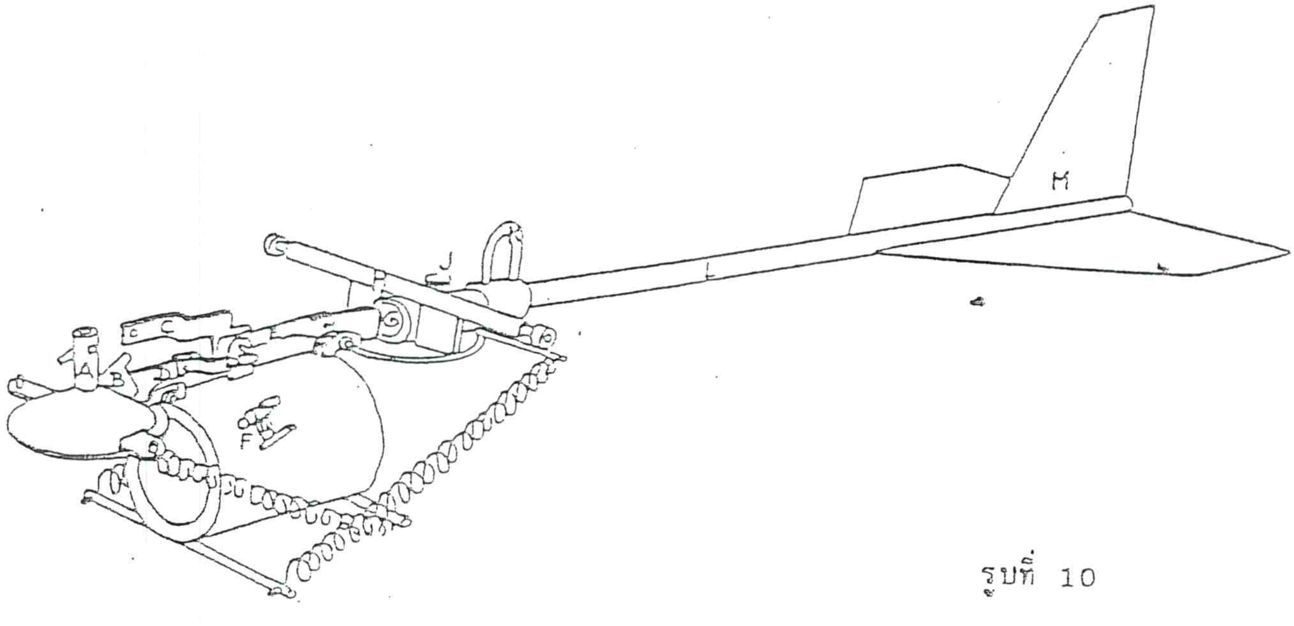
รูปที่ 9 A. Depth — integrating hand sampler USDH — 48



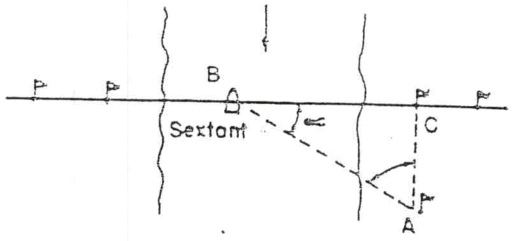
Fi Pi Wi Tu

Field
Pipette
Withdrawal
Tube.



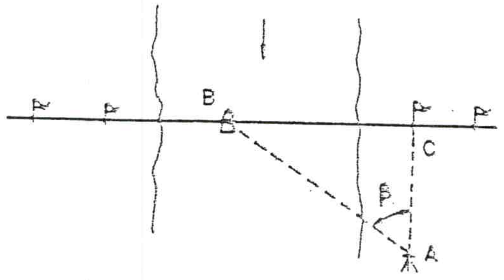


รูปที่ 10



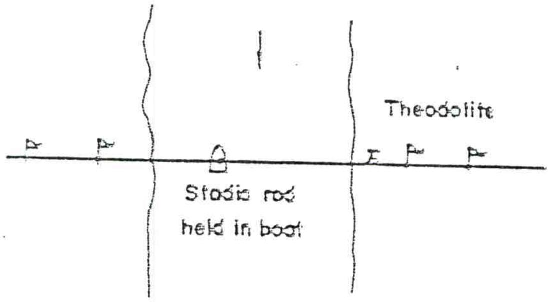
รูปที่ 11 ก

Sextant – angular method



รูปที่ 11 ข

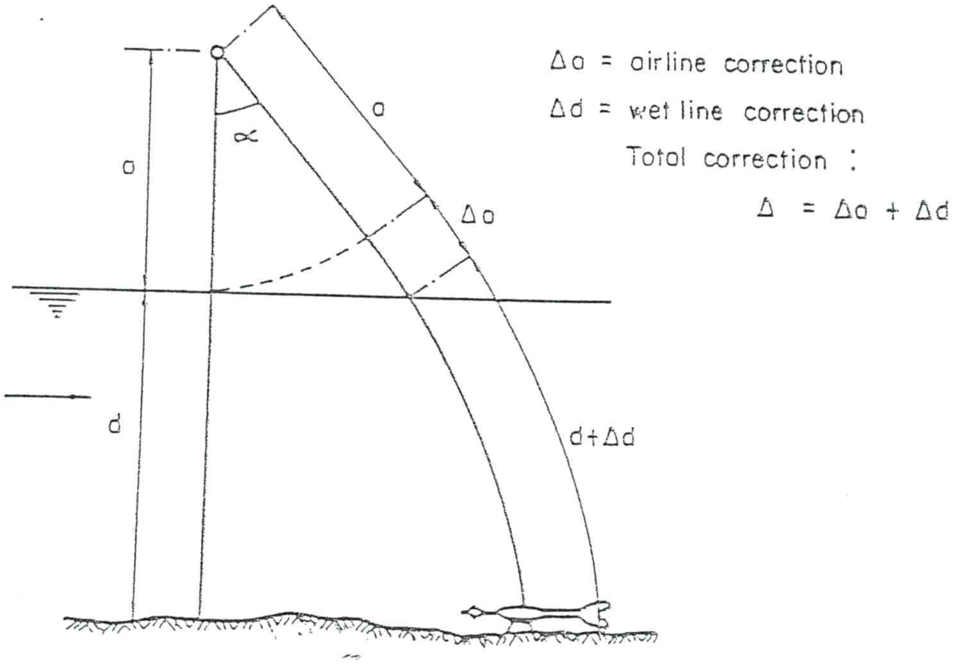
Theodolite – angular method



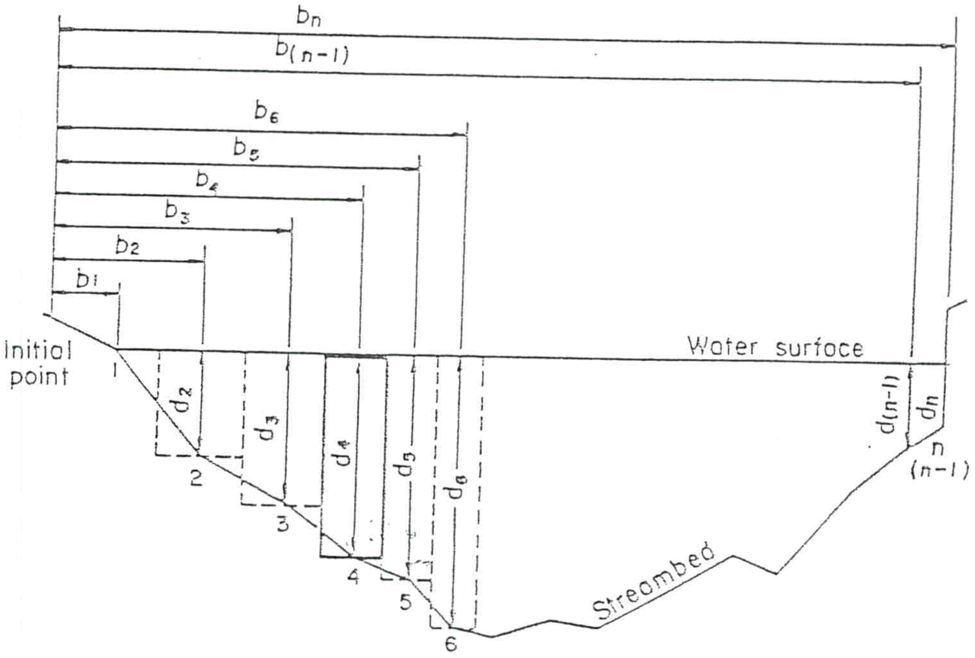
รูปที่ 11 ค

Theodolite stadia method

รูปที่ 11 Measurement of width



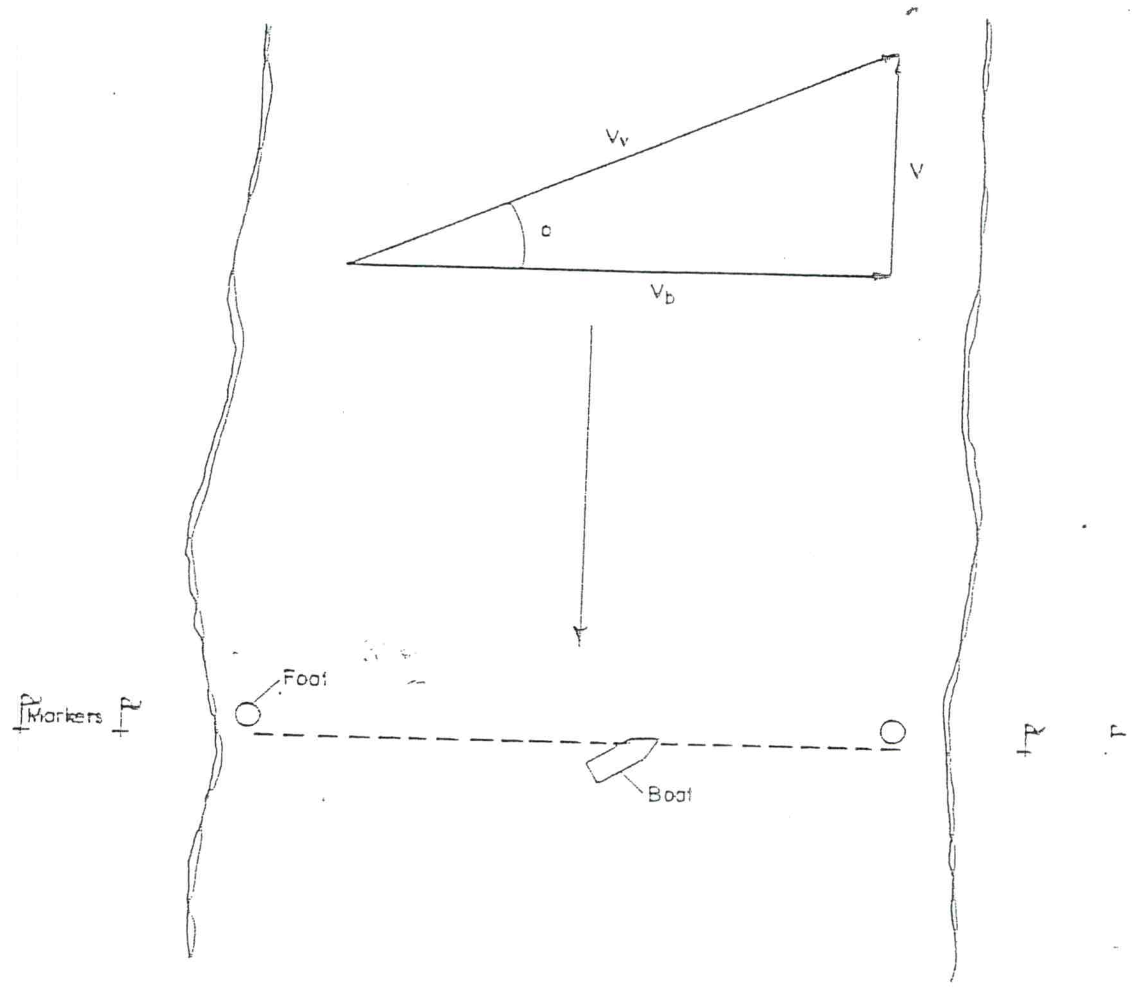
รูปที่ 12 Position of sounding weight and line in depth measurement



EXPLANATION

1, 2, 3 .... n	Observation points
b_1, b_2, b_3 .... b_n	Distance, in feet, from the initial point to the observation point
d_1, d_2, d_3 .... d_n	Depth of water, in feet, at the observation point
Dashed lines	Boundary of partial sections; one heavily outlined discussed in text

รูปที่ 13 Midsection method of computing cross-section area for discharge measurements



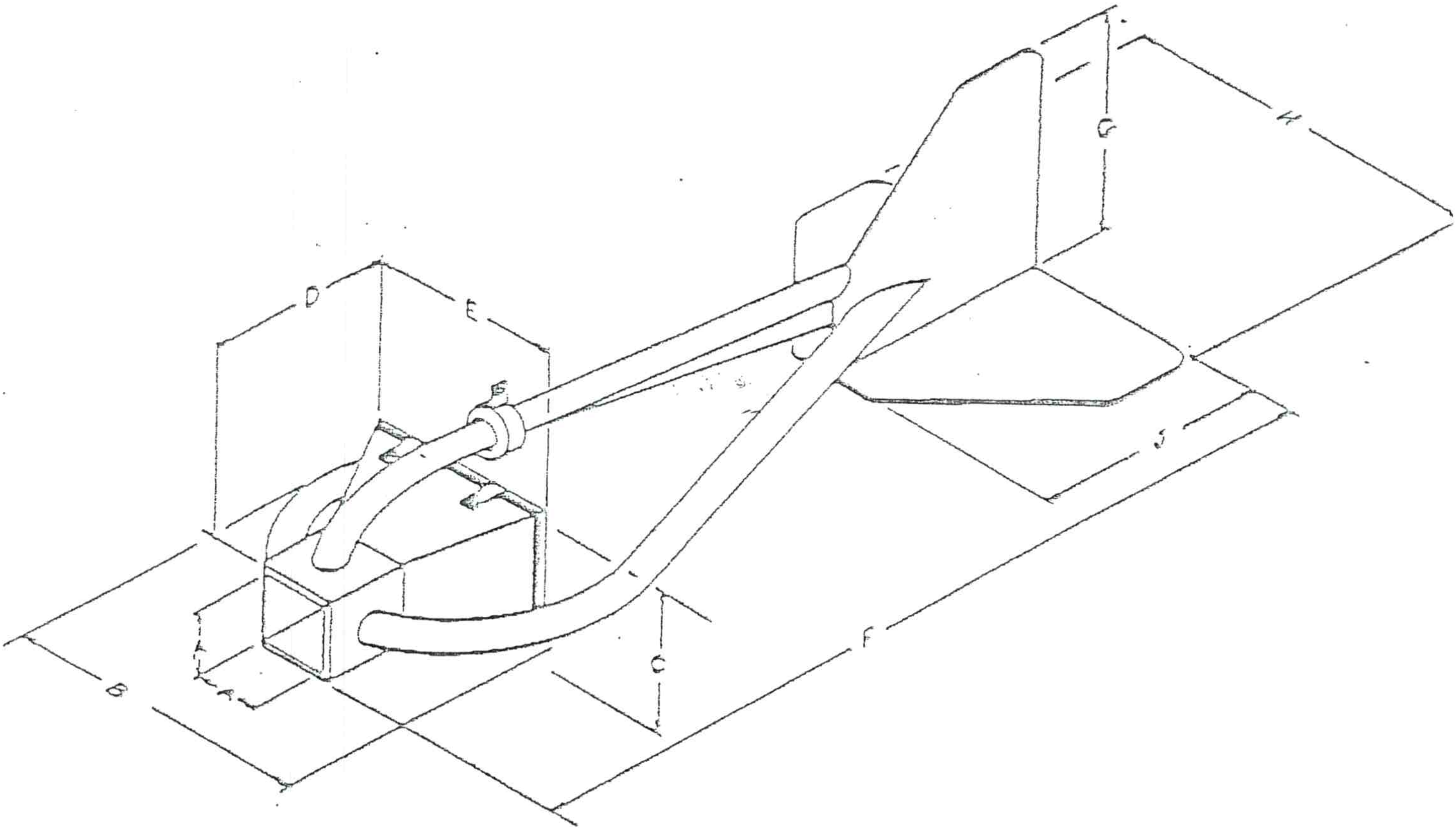
รูปที่ 14 Sketch of river and markers

CABLE SUSPENDED HELLEY-SMITH BEDLOAD SAMPLER

Steel Welded Construction
Painted With Epoxy Primer
Available in Three Standard Sizes

1. 65# (29.5k) 3" x 3" (7.62 cmx x 7.62 cm) Orifice
2. 105# (47.6k) 3" x 3" (7.62 cmx x 7.62 cm) Orifice
3. 167# (75.7k) 6" x 6" (15.24 cmx x 15.24 cm) Orifice

SPECIAL WEIGHT SAMPLERS AVAILABLE UPON REQUEST.
PHONE/WRITE For Price and Availability of All Samplers

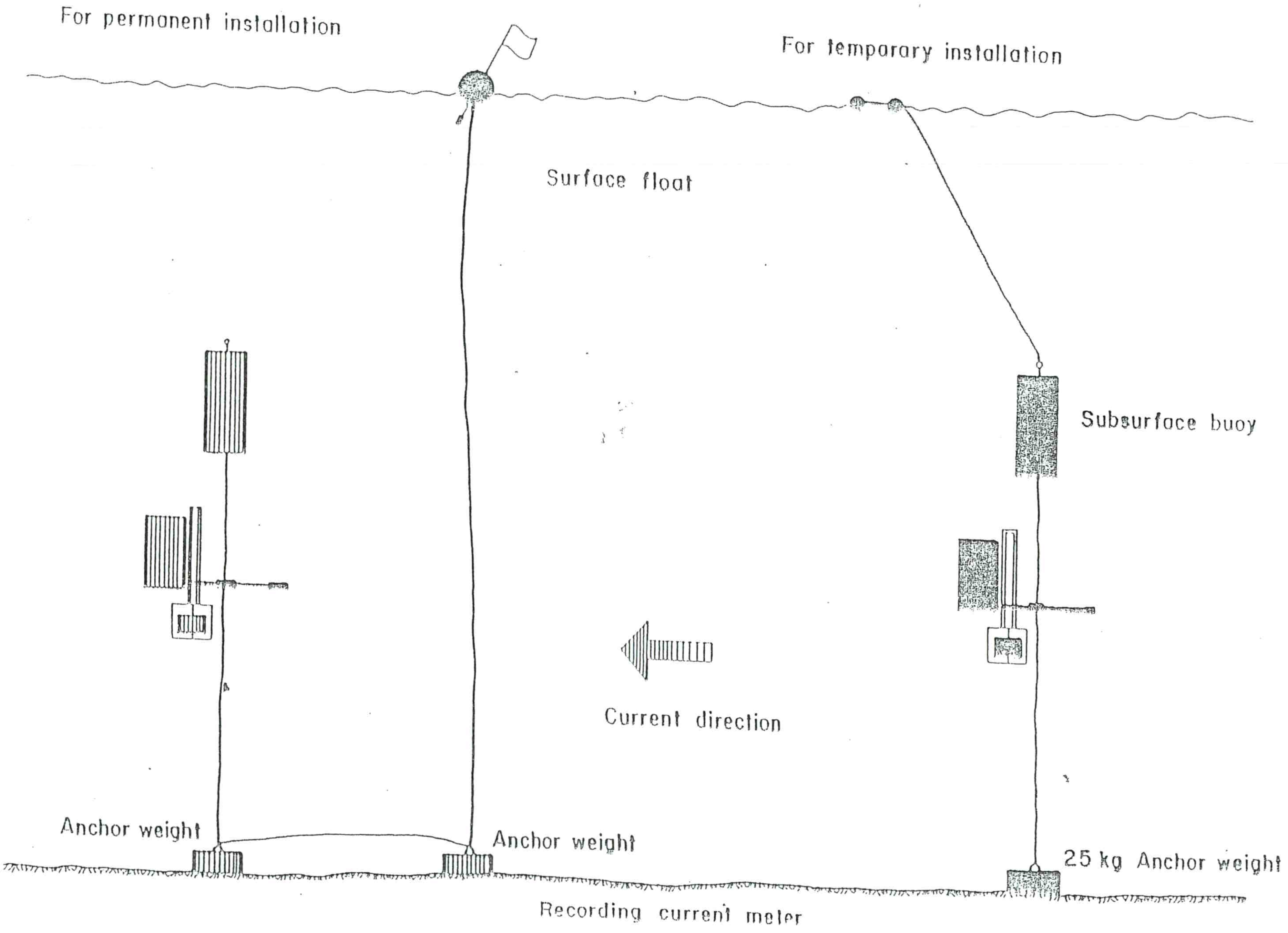


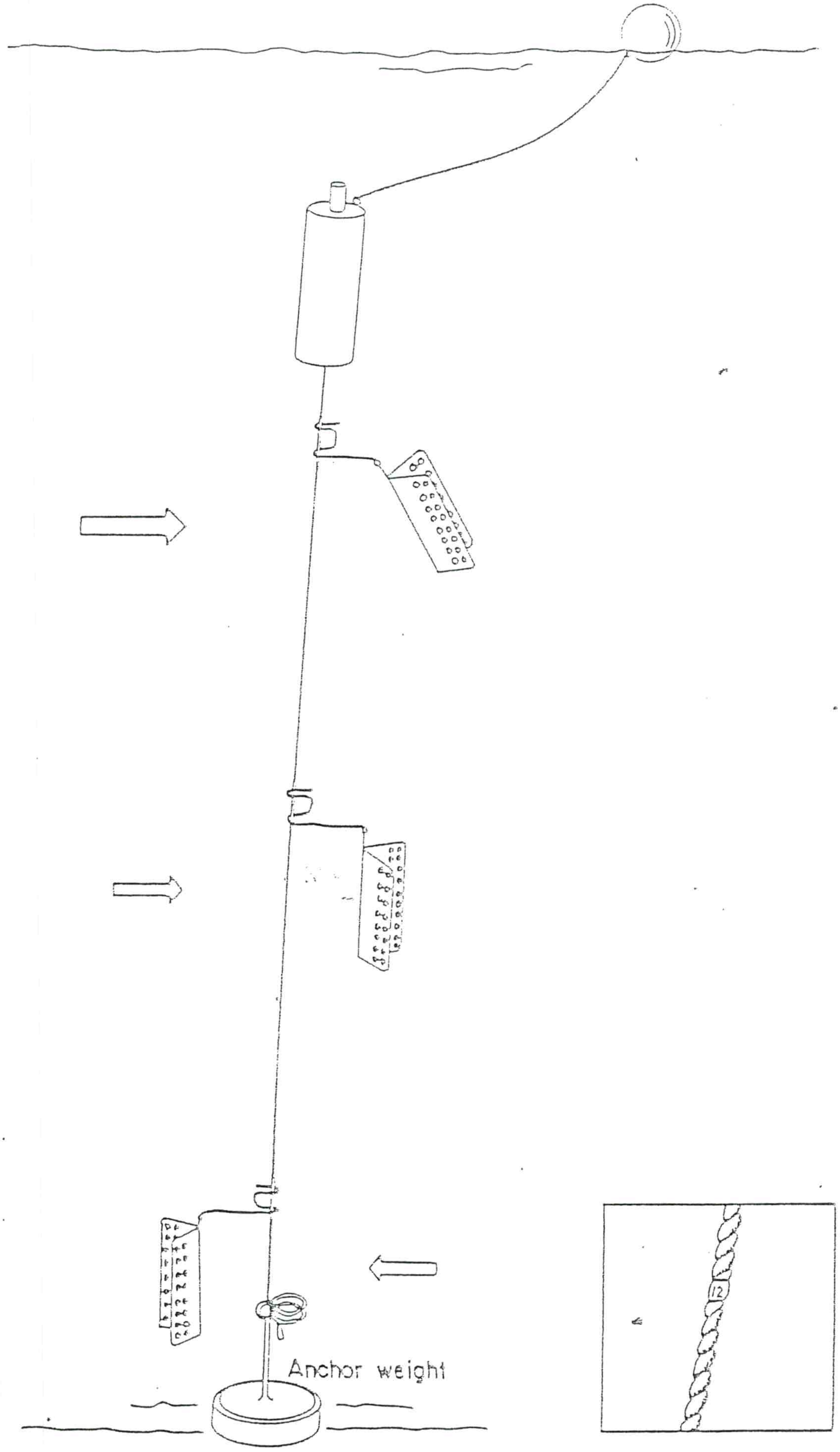
		A		B		C		D		E		F		G		H		J	
POUNDS	KILOS	IN.	CM.	IN.	CM.	IN.	CM.	IN.	CM.	IN.	CM.	IN.	CM.	IN.	CM.	IN.	CM.	IN.	CM.
65	29.5	3	7.62	[illegible]	[illegible]	8.5	21.6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
105	47.6	3	7.62	[illegible]	[illegible]	8.5	21.6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
167	75.7	6	15.24	22.5	57.2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

GBC INC.

(303) 988-6450 — 190 S. UNION
LAKEWOOD, COLO. 80228

รูปที่ 15

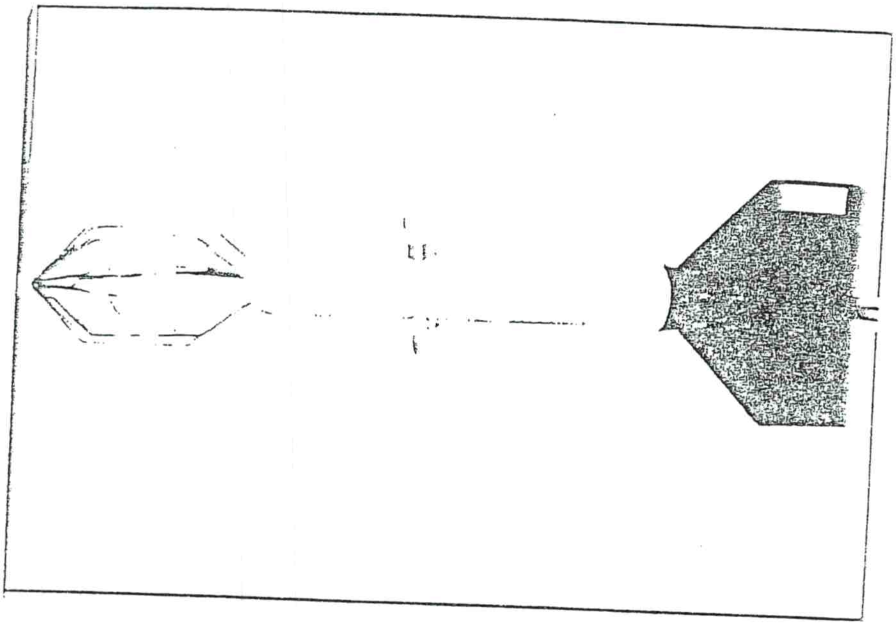

For permanent installation
For temporary installation
Surface float
Subsurface buoy
Current direction
Anchor weight
Anchor weight
25 kg Anchor weight
Recording current meter



Pendulum current meter

BFM 208/108
OCEANOGRAPHIC CURRENT METER

VALEPORT
Valeport Marine Scientific Ltd.



- SELF RECORDING
- DIRECT READING
- TRUE VECTOR AVERAGING
- COMPUTER COMPATIBLE
- VELOCITY
- DIRECTION
- TEMPERATURE/ DEPTH
- NO SURFACE UNIT REQUIRED

General Description

The BFM208 Current Meter is both a Self Recording and Direct Reading device and offers the marine scientist a high accuracy instrument suited to a variety of oceanographic measurement applications.

The BFM108 is a stripped out version of the BFM208 for the customer who only requires a Direct Reading Current Meter. It may be upgraded to a BFM208 at any time.

The meters are physically and dimensionally similar to the BFM008 Mk 3 which has enjoyed great success over the past 12 years, but employ state-of-the-art electronics.

Velocity and Direction sensors are fitted as standard. A third parameter, either Temperature or Depth, may also be installed.

The BFM208 will store records internally, even when used in Direct Reading mode. The records can be replayed directly into a computer, or via the Surface Readout Unit.

Valeport Marine Scientific Ltd.
Unit 7, Townstal Industrial Estate,
Dartmouth,
Devon TQ6 9LX,
United Kingdom.
Tel : + 44 (0)8043 4031
Fax : + 44 (0)8043 4320
Telex: 42669 VALEPT G