



ระดับน้ำ ในบ้านน้ำไทย

ที่ระลึกวันคล้ายวันสถาปนา กรมอุทกศาสตร์

ครบรอบ ๔๖ ปี

วันที่ ๑๖ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๐





พลเรือเอก สกิรพันธุ์ เกյานนท์
ผู้บัญชาการทหารเรือ



พลเรือโท เสน่ห์ สุนทร mongkol
เจ้ากรมอุทกศาสตร์



คำปราศรัย

งานด้านอุทกศาสตร์ของประเทศไทยได้ดำเนินการมาตั้งแต่ พ.ศ.๒๕๖๐ โดยเริ่มจากการทำแผนที่เดินเรืออย่างหยาบๆ ของชาวโปรตุเกส ซึ่งได้ปรากฏตามหลักฐานทางประวัติศาสตร์ ต่อมาได้มีการพัฒนางานอุทกศาสตร์อย่างต่อเนื่องมาเป็นลำดับ จนถึง ขั้นจัดตั้งหน่วยงานขึ้นรับผิดชอบ มีการเตรียมบุคลากรซึ่งเป็นทหารเรือให้มีความรู้ทั่วทางทฤษฎีและการปฏิบัติงานสามารถก้าวสู่ ระดับมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับทั่วหน่วยงานภายในและภายนอกประเทศไทย และได้รับการสถาปนาหน่วยขึ้นเป็นกรมอุทกศาสตร์ ขึ้นตรงต่อกระทรวงท่าอากาศยาน เมื่อวันที่ ๑๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๔ งานดังวันนี้นับอย่างได้ ๖๖ ปี บรรพบุรุษของกองทัพเรือได้ ทุ่มเทสดับปัญญาและแรงกายข่ายงานจนครอบคลุมงานอุทกศาสตร์หลายสาขา ซึ่งล้วนแต่มุ่งหวังให้เกิดความปลอดภัยในการเดินเรือ และการใช้ประโยชน์ของทะเลน้ำไทยให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ และการรักษา ผลประโยชน์ทางทะเลของชาติทั้งสิ้น งานแต่ละสาขาของกรมอุทกศาสตร์ เช่น งานสำรวจและสร้างแผนที่เดินเรือ งานเครื่องหมาย ช่วยการเดินเรือ งานบรรณสารและเอกสารเดินเรือ งานสมุทรศาสตร์ งานวิศวกรรมชลhydraulics งานอุตุนิยมวิทยาทางทะเล งาน เขตแดนทางทะเล งานรักษาความมั่นคงทางทะเล การแจ้งเตือนภัยและงานอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางทะเล ล้วนแต่เป็น ศาสตร์เฉพาะด้าน ที่มีคุณค่าควรแก่การได้เรียนรู้ไว้ใช้ ไม่เฉพาะต่อการปฏิบัติการของกองทัพเรือ แต่ทั้งภาครัฐและเอกชนหัวใจ ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละสาขาต่างๆ ได้ กรมอุทกศาสตร์จึงได้จัดทำหนังสือ เพื่อร่วบรวมสาระความรู้ตลอดประวัติ ความเป็นมาของแต่ละสาขาในงานอุทกศาสตร์ ที่ได้รับผิดชอบดำเนินการอยู่ มอบให้แก่ผู้ให้เกียรติมาร่วมงานวันคล้ายวันสถาปนา กรมอุทกศาสตร์ ตลอดจนผู้ที่สนใจได้ไว้ใช้ประโยชน์ อีกทั้งเป็นการเผยแพร่องค์ความรู้ทางอุทกศาสตร์ของกองทัพเรืออีกประการหนึ่งด้วย หนังสือเล่มนี้เป็นเล่มที่ ๓ ว่าด้วยเรื่อง “ระดับน้ำในฝั่งประเทศไทย” ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องสำคัญต่อการเดินเรือ การพัฒนาประเทศ และ ยังมีส่วนในการวางแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของประเทศไทย ในช่วงเวลาวิกฤตทางอุทกภัยอีกด้วย

ในโอกาสนี้ กระผมในนามของข้าราชการกรมอุทกศาสตร์ ต้องขอขอบพระคุณต่อบรรพบุรุษของกรมอุทกศาสตร์ ที่ได้ อุทิศตนเพื่องานของกรมอุทกศาสตร์ จนทำให้เราได้มีวันนี้ที่น่าภาคภูมิใจ และขอขอบคุณคณะทำงานนักดักทำหนังสือ ที่ได้ใช้ความรู้ ความอุตสาหะ รวบรวมและจัดทำหนังสือเล่มนี้ จนสำเร็จตามความมุ่งหมาย

พลเรือโท
(เส้นที่ สุนทรมงคล)
เจ้ากรมอุทกศาสตร์



คำนำ

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำเป็นสิ่งที่มีมาอยู่คู่กับโลก ซึ่งมืออาชีพต้องการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์วิทยา และสิ่งแวดล้อมชายฝั่งในบริเวณปากแม่น้ำ น้ำขึ้น น้ำลงและกระแสน้ำจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการผลิตฟาร์มของมวลน้ำ เป็นผลให้น้ำจืดจากด้านน้ำผิวน้ำกับน้ำเค็มจากทะเลได้รวมเร็วขึ้น และก่อให้เกิดระบบนิเวศน์วิทยาน้ำกร่อย ซึ่งสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่ธรรมชาติ ผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลได้สังเกตเห็นปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง มาก่อนหน้าสหสวรรษแล้ว บ้างก็ใช้ประโยชน์จากการณ์นี้ ในการนำเรือเข้าหรือออกจากท่าเรือ รวมทั้งการประมงและการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง จากการสังเกตระดับน้ำขึ้น น้ำลง ด้วยสายตา ได้มีการพัฒนามาเป็นการใช้ไม้บรรทัดปักลงไปในทะเลและทำการจดบันทึกระดับน้ำอย่างเป็นระบบ และได้พัฒนามาเป็นเครื่องวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติในปัจจุบัน

สำหรับประเทศไทยในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ได้ทำการสร้างสถานีตรวจน้ำระดับน้ำแบบดาวรุนที่เกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ โดยเริ่มเปิดใช้งานเมื่อวันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ.๒๕๔๘ และได้ทำการตรวจระดับน้ำอย่างต่อเนื่องมาจนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.๒๕๔๙ จึงได้นำเอาค่าที่บันทึกไว้มาคำนวณ และใช้เป็นพื้นเกณฑ์ระดับทะเลปานกลาง มาตรฐานของประเทศไทย พื้นเกณฑ์นี้กรมแผนที่ทหารได้ทำการโยงค่าระดับด้วยไปยังหมุดระดับต่างๆ ทั่วประเทศ เพื่อใช้เป็นพื้นเกณฑ์อ้างอิงในการสำรวจแผนที่ ทั้งบนบกและในทะเล งานวิศวกรรมชายฝั่ง งานก่อสร้างและอื่นๆ

กรมอุทกศาสตร์ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักของประเทศไทย ที่รับผิดชอบงานเกี่ยวกับการตรวจระดับน้ำและทำนายน้ำ มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ในโอกาสที่วันคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ได้เฉลิมพระบรมราชโองการ ๖๖ ปี ในวันที่ ๑๙ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๐ จึงได้จัดทำหนังสือเรื่อง **ระดับน้ำในประเทศไทย** เพื่อเผยแพร่วิจัยด้านน้ำระดับน้ำ ซึ่งเป็นงานแขนงหนึ่งของงานสมุทรศาสตร์ ซึ่งเป็นงานที่สำคัญอีกสาขาหนึ่ง ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมอุทกศาสตร์ การดำเนินงานในการจัดทำหนังสือเล่มนี้ มีเวลา ค่อนข้างจำกัด จึงอาจจะขาดความสมบูรณ์ของเนื้อเรื่อง หรืออาจจะมีข้อผิดพลาดหรือบกพร่องอยู่บ้าง จึงขออภัยมา ณ โอกาสนี้ สำหรับผู้อ่านที่พบเห็นข้อบกพร่อง ข้อผิดพลาดหรือมีข้อคิดเห็น หรือมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหนังสือเล่มนี้ ขอได้โปรดแจ้งให้กรมอุทกศาสตร์ทราบ เพื่อจะได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขหนังสือเล่มนี้ให้สมบูรณ์ และมีคุณค่ายิ่งๆ ขึ้นในโอกาสต่อไป

พลเรือตรี

(สมาน อ้วมจันทร์)

หัวหน้าคณะทำงานฯ

สารบัญ

ชื่อเรื่อง	หน้าที่
คำประภาก	ก
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ณ
บทที่ ๑ งานระดับน้ำของโลก	๐
๑.๑ ความสำคัญของงานระดับน้ำ	๑
๑.๒ ประวัติการตรวจวัดระดับน้ำและการทำงานน้ำ	๓
๑.๓ เครื่องมือวัดระดับน้ำในปัจจุบัน	๑๐
บทที่ ๒ งานระดับน้ำและหน่วยงานที่รับผิดชอบในการตรวจวัดระดับน้ำในน่านน้ำไทย	๑๔
๒.๑ การตรวจวัดระดับน้ำในภูมิภาคอาเซียน	๑๔
๒.๒ การตรวจวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน	๑๗
๒.๓ การตรวจวัดระดับน้ำของการท่าเรือแห่งประเทศไทย	๑๙
๒.๔ การตรวจวัดระดับน้ำของกรมการข่านส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี	๑๖
บทที่ ๓ งานระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ	๒๒
๓.๑ การตรวจวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์	๒๒
๓.๒ สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์	๒๕
๓.๓ สถานีวัดระดับน้ำหลังเหตุการณ์ร่องน้ำพิบัติภัยสีนามิ	๔๐
๓.๔ เครื่องวัดระดับน้ำพร้อมอุปกรณ์ประกอบตั้งแต่อีดีซีปัจจุบัน	๕๐
บทที่ ๔ การคำนวณระดับน้ำของกองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์	๕๔
๔.๑ ทฤษฎีระดับน้ำ	๕๔
๔.๒ การวิเคราะห์และทำงานระดับน้ำ	๗๐
๔.๓ เครื่องจักรทำงานน้ำ	๘๐
๔.๔ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการคำนวณระดับน้ำ	๘๒
๔.๕ ความคลาดเคลื่อนของการทำงานน้ำ	๘๔
บทที่ ๕ ระดับน้ำในน่านน้ำไทย	๙๕
๕.๑ ระดับทะเลเปานกกลางมาตรฐานของประเทศไทย	๙๕
๕.๒ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในน่านน้ำไทย	๙๕
๕.๓ ค่ารายการน้ำ	๙๗
๕.๔ ระดับน้ำกับสีนามิ	๑๐๔



๕ ระดับน้ำ ในบ้านเมืองไทย

ที่มา: จัดทำโดยนักวิเคราะห์สถานการณ์ภัยทางอากาศ กรมอุตุฯ ครบรอบ ๕๖ ปี

สารบัญ

ข้อเรื่อง

บทที่ ๖ บทสรุป

ภาคผนวก

ผนวก ก	ประวัติกองสมุทรศาสตร์ กรมอุตุฯ ศาสตร์	๐๐๙
ผนวก ข	งานของกองสมุทรศาสตร์ในปัจจุบัน	๐๑๕
ผนวก ค	พื้นเกณฑ์ระดับของต่างประเทศ	๐๓๐
ผนวก ง	คำสั่งกรมอุตุฯ ศาสตร์ (เฉพาะ) ที่ ๕๘๐/๒๕๔๗ ลงวันที่ ๒๐ กันยายน พ.ศ.๒๕๔๗	๐๓๔
บรรณานุกรม		๐๓๖

สารบัญภาพ

ชื่อภาพ

หน้าที่

ภาพที่

๑ - ๑	การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ขณะน้ำขึ้นและน้ำลงที่อ่าว Fundy	๑
๑ - ๒	ผลของไทร์ต่อการหมุนรอบตัวของโลก ซึ่งเคลื่อนที่เร็วกว่าดวงจันทร์ และการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างโลก กับ ดวงจันทร์	๒
๑ - ๓	Historical Tide Gauge ที่เมือง Anchorage กลรัฐ Alaska สหรัฐอเมริกา	๓
๑ - ๔	เครื่องจักรทำงานน้ำของ Deutsche Hydrographische Institut มีระดับน้ำอยู่ ๖๗ ค่า	๔
๑ - ๕	หลักการทำงานของเครื่องจักรทำงานน้ำ	๕
๑ - ๖	เครื่องวิเคราะห์ระดับน้ำ	๖
๑ - ๗	เครื่องวิเคราะห์ระดับน้ำ (The Tidal Analyzer) ของ Green & Lloyd	๗
๑ - ๘	เครื่องจักรทำงานน้ำเครื่องแรกของ Lord Kelvin	๘
๑ - ๙	เครื่องจักรทำงานน้ำ The Doodson - Le' ge' ๑๙๔๕/๙ มีระดับน้ำอยู่ ๔๔ ตัว	๙
๑ - ๑๐	เครื่องจักรทำงานน้ำของ Ferrel	๑๐
๑ - ๑๑	เครื่องจักรทำงานน้ำหมายเลขอสูง (Tide-Predicting Machine No.๑) ของ The Coast and Geodetic Survey	๑๑
๑ - ๑๒	เครื่องวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอยในท่อหรือปอน้ำ	๑๑
๑ - ๑๓	เครื่องวัดระดับน้ำแบบความดันชนิด Pneumatic Bubbler Gauge	๑๑
๑ - ๑๔	เครื่องวัดระดับน้ำแบบวัดความดันชนิด Pressure Sensor Gauge	๑๒
๑ - ๑๕	เครื่องวัดระดับน้ำแบบเสียงสะท้อน	๑๓
๒ - ๑	สถานีวัดระดับน้ำเกาะลุมย	๑๔
๒ - ๒	เครื่องจักรทำงานน้ำ แบบ Doodson - Le' ge'	๑๕
๒ - ๓	สถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ	๑๖
๒ - ๔	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ	๑๖
๒ - ๕	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ	๑๖
๒ - ๖	สถานีวัดระดับน้ำอ่าวลัดทีบ	๑๗
๒ - ๗	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำอ่าวลัดทีบ	๑๗
๒ - ๘	สถานีวัดระดับน้ำแหลมสิงห์	๑๗
๒ - ๙	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำแหลมสิงห์	๑๘
๒ - ๑๐	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำแหลมสิงห์	๑๘
๒ - ๑๑	สถานีวัดระดับน้ำแม่หาชัย	๑๘
๒ - ๑๒	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำแม่หาชัย (ภาพหมุด รด.อศ.๓)	๑๙
๒ - ๑๓	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำแม่หาชัย	๑๙
๒ - ๑๔	สถานีวัดระดับน้ำหัวทิน	๑๙
๒ - ๑๕	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำหัวทิน	๒๐
๒ - ๑๖	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำหัวทิน	๒๐
๒ - ๑๗	สถานีวัดระดับน้ำหัวทิน	๒๐
๒ - ๑๘	เครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลที่ทดลองติดตั้งที่สถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก	๒๑
๒ - ๑๙	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก (หมุดระดับ BMP.๐)	๒๑
๒ - ๒๐	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก	๒๑
๒ - ๒๑	สถานีวัดระดับน้ำเกาะมัตโนน	๒๑



ຮະດັບນໍ້າ

ໃນບ່ານນໍ້າໄກຍ

ນໍ້າລົດວິນເຄລື້ອວັນສຕາປາກຮອມຖາກຄາສຕ່າງ ຄວາມຮອນ 45 ປີ

ກາທີ

ຊື່ກາພ

ໜ້າທີ

ຕ - ແຂ	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະມັດໂພນ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະມັດໂພນ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະປຣາບ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະປຣາບ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະປຣາບ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າສົງຂລາຮະບນແອນະລຶກ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າສົງຂລາຮະບນບົດຈິຕົວລ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າສົງຂລາ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າສົງຂລາ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າອ່າວທັບລະມູ ກ່ອນເກີດເຫດຸກຮົມນີ້ຮົມນີ້ພົບຕິກັນລືນ້ານີ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າອ່າວທັບລະມຸ້ຂ່າວຄຣາວ ພັ້ນເກີດເຫດຸກຮົມນີ້ຮົມນີ້ພົບຕິກັນລືນ້ານີ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າອ່າວທັບລະມຸຮະບນບົດຈິຕົວລ ທົດແທນສຕານີ້ເດີມທີ່ຄູກທໍາລາຍ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າອ່າວທັບລະມູ ໃນໂຄງການພື້ນຟູສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າຜົ່ງກະເລັນດາມັນ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າອ່າວທັບລະມູ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຕະເການນ້ອຍ ກ່ອນເກີດເຫດຸກຮົມນີ້ຮົມນີ້ພົບຕິກັນລືນ້ານີ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຕະເການນ້ອຍ ໃນໂຄງການພື້ນຟູສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າຜົ່ງກະເລັນດາມັນ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຕະເການນ້ອຍ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຕະຮຸເຕາ ກ່ອນເກີດເຫດຸກຮົມນີ້ຮົມນີ້ພົບຕິກັນລືນ້ານີ	ຕ່າງ
ຕ - ຕ່າງ	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຕະຮຸເຕາ ໃນໂຄງການພື້ນຟູສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າຜົ່ງກະເລັນດາມັນ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຕະຮຸເຕາ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າທ່າເຮືອນເນກປະສົງຄະນອນ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າທ່າເຮືອນເນກປະສົງຄະນອນ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າທ່າເຮືອນເນກປະສົງຄະນອນ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າຄຸຮະບູຮີ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າຄຸຮະບູຮີ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າຄຸຮະບູຮີ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າກັນຕັງ (ທ່າເທີຍບເຮືອນບ້ານເຈົ້າໄໝ)	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າກັນຕັງ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າກັນຕັງ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະສຸວິນທີ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະສຸວິນທີ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະສຸວິນທີ (ຈຸດລືນ້າເງິນ)	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະເມີຍ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະເມີຍຮະບນບົດຈິຕົວລ້ຳຂ່າວຄຣາວ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຮາ່ານນ້ອຍຮະບນບົດຈິຕົວລ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ທຸມດຽວດັບປະປະຈຳສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຮາ່ານນ້ອຍ	ຕ່າງ
ຕ - ແຂ່	ແພນຝັ້ງທີ່ຕັ້ງສຕານີ້ວັດຮະດັບນໍ້າເກະຮາ່ານນ້ອຍ	ຕ່າງ

สภาพที่

ชื่อภาพ

หน้าที่

๓ - ๕๔	การติดตั้งหัวเซนเซอร์ของเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลที่เกาะราชาน้อย	๔๗
๓ - ๕๕	สถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมาชาติ ฐานส่งกำลังบำรุงตราด	๔๘
๓ - ๖๐	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมาชาติ	๔๙
๓ - ๖๑	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมาชาติ	๔๙
๓ - ๖๒	ภายในสถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมาชาติ	๔๙
๓ - ๖๓	สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดระบบดิจิตอล	๔๙
๓ - ๖๔	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด	๔๙
๓ - ๖๕	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด	๔๙
๓ - ๖๖	สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง	๔๙
๓ - ๖๗	หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง	๔๐
๓ - ๖๘	แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง	๔๐
๓ - ๖๙	แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำ ของกรมอุทกศาสตร์	๔๐
๔ - ๑	ระบบ E-M ซึ่งมีผู้สั่งเกตอยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ กันแต่มีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่มีตำแหน่งล้มพังค์ที่ นาย ก ข และ ค ต่างจะได้รับผลจากแรงหนีศูนย์กลางที่มีขนาด และทิศทางเดียวกัน	๔๔
๔ - ๒	ระบบโลโก - ดวงจันทร์ จุดศูนย์กลางมวลของระบบอยู่ภายในโลโก ๑,๖๐๐ กิโลเมตร ขณะที่จุดศูนย์กลางดวงจันทร์เคลื่อนที่จาก M1 ไปยัง M2 และ M3 จุดศูนย์กลางของโลจจะเคลื่อนที่จาก E1 ไปยัง E2 และ E3 จุด A B และ C จะเคลื่อนที่สอดคล้องกันเป็นส่วนหนึ่งของวงกลมที่มีขนาดเท่ากันและมีตำแหน่งล้มพังค์ที่	๔๔
๔ - ๓	แรงโน้มถ่วง และแรงหนีศูนย์กลางของระบบโลโก - ดวงจันทร์ บนโลโก	๔๕
๔ - ๔	ขนาดแรงโน้มถ่วงที่ต่างกัน จุดที่ใกล้ดวงจันทร์ และไกลดวงจันทร์ที่สุด	๔๖
๔ - ๕	ขนาดของแรงโน้มถ่วงที่ในแนวระดับ	๔๖
๔ - ๖	ระดับน้ำบนโลกส่วนที่ไปออกมีระดับสูงสุด ณ จุดที่อยู่ใกล้และอยู่ใกล้ดวงจันทร์ที่สุด	๔๗
๔ - ๗	ขนาดเบรี่ยงเที่ยบของโลโก ดวงจันทร์ กับดวงอาทิตย์	๔๘
๔ - ๘	ดวงจันทร์ผ่านเมอริเดียนผู้สั่งเกตบนผิวโลก ๒ ครั้งติดกัน มีระยะเวลา ๒๕ ชั่วโมง ๕๐ นาที	๔๙
๔ - ๙	กรอบอ้างอิงทางดาราศาสตร์	๔๙
๔ - ๑๐	การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำล้มพังค์กับตำแหน่งของเทหัวตุ่ฟากฟ้า	๕๐
๔ - ๑๑	ความล้มพังค์ระหว่างภูมิภาคกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ	๖๐
๔ - ๑๒	แสดงแนวเส้นทางการเคลื่อนที่ของโลกและดวงจันทร์	๖๑
๔ - ๑๓	การเปลี่ยนแปลงมุมบ่ายเบนของดวงอาทิตย์	๖๑
๔ - ๑๔	แสดงมุมบ่ายเบนของดวงจันทร์ในการสำรวจโลก	๖๔
๔ - ๑๕	มุมบ่ายเบนสูงที่สุดของดวงจันทร์	๖๔
๔ - ๑๖	ตำแหน่งของโลโก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์อยู่ใกล้และไกลที่สุด	๖๕
๔ - ๑๗	แสดงการเกิดน้ำขึ้น น้ำลงเต็มที่	๖๕
๔ - ๑๘	กร้าฟน้ำแสดงการเกิดน้ำขึ้น น้ำลงเต็มที่ตามลักษณะที่ต่างกัน	๖๖
๔ - ๑๙	กร้าฟน้ำแสดงระดับน้ำหนาน้ำเกิดและหนาน้ำตาย	๖๖
๔ - ๒๐	แนวน้ำขึ้นเต็มที่พร้อมกันทุกช่วงระยะเวลา ๒ ชั่วโมง	๖๗
๔ - ๒๑	ชนิดของระดับน้ำ	๖๘
๔ - ๒๒	กร้าฟน้ำแสดงระดับน้ำผสม	๖๘



ระบบข้อมูล ในบ้านเรือนไทย

สำนักงานคณะกรรมการอุตสาหกรรมฯ กระทรวง อุตฯ ๔๖ ปี

ภาคที่

ชื่อภาค

หน้าที่

๔ - ๒๗	อว่าฟันดี้	๖๙
๔ - ๒๘	กร้าฟน้ำแสดงกระแสระดับน้ำบริเวณชายฝั่ง	๗๐
๔ - ๒๙	แนวประเทศไทยของมวลน้ำ	๗๑
๔ - ๒๖	การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ M2 เนื่องมาจาก การเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างโลกกับดวงจันทร์	๗๓
๔ - ๒๗	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แอมพลิจูด H และ วัฏจักร g กับค่า A และ B	๗๕
๔ - ๒๘	การเปลี่ยนแปลงของ เทอม SIN และ COS ความเร็ว A ๑๕ องศา/ชั่วโมง และ B ๖๐ องศา/ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยของทุกเทอมเข้าใกล้ศูนย์ ยกเว้นกรณี $SIN^2 A$ และ $COS^2 A$ เท่านั้นที่มีค่าเข้าใกล้ ๐.๕	๗๗
๔ - ๒๙	แสดงถึงระดับน้ำที่ไม่เกี่ยวกับไทร์ของสถานีวัดระดับน้ำห้ากองบัญชาการกองทัพเรือ สถานีวัดระดับน้ำหัวหิน และสถานีวัดระดับน้ำอ่าวลัตทิบี เดือนกรกฎาคม ซึ่งลักษณะอากาศมีการเปลี่ยนแปลงรุนแรงน้อยกว่าเดือนพฤษภาคม	๘๓
๔ - ๓๐	ผลการทำนายน้ำในปี พ.ศ.๒๕๓๔ โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำของปี พ.ศ.๒๕๔๔, พ.ศ.๒๕๓๔, พ.ศ.๒๕๓๓ และ พ.ศ.๒๕๔๐	๘๖
๔ - ๓๑	ระดับน้ำทำนายกับระดับน้ำที่ตรวจได้จริงที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวลัตที่บริเวณพายุลินดา	๘๗
๔ - ๑	ระยะเวลาการเก็บข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำของกรมอุตุศาสตร์	๙๐
๔ - ๒	ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนในน่านน้ำไทย	๙๔
๔ - ๒	ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนในน่านน้ำไทย (ต่อ)	๙๗
๔ - ๓	ระดับน้ำเฉลี่ยรายปีที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุตุศาสตร์ กองทัพเรือ	๙๙
๔ - ๓	ระดับน้ำเฉลี่ยรายปีที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุตุศาสตร์ กองทัพเรือ (ต่อ)	๙๖
๔ - ๔	ลีนามิ	๑๐๔
๔ - ๕	แนวรอยเลื่อนบนเปลือกโลก	๑๐๕
๔ - ๖	ลักษณะการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก	๑๐๕
๔ - ๗	ลีนามิที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก	๑๐๕
๔ - ๘	แนวเกิดแผ่นดินไหวและเกิดลีนามิ	๑๐๖
๔ - ๙	ประเทคโนโลยีที่ได้รับความเสียหายจากลีนามิ	๑๐๗
๔ - ๑๐	บริเวณที่เกิดแผ่นดินไหว	๑๐๗
๔ - ๑๑	ลำดับช่วงเวลาที่เกิดปauraภูภารณ์ระดับน้ำทะเลลดลงอย่างฉับพลันตามแนวชายฝั่งของประเทศไทย	๑๐๘
๔ - ๑๒	กร้าฟแสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในช่วงที่เกิดลีนามิ	๑๐๙
๔ - ๑๓	ระบบเดือนวยลีนามิในมหาสมุทรแปซิฟิก	๑๑๐
๔ - ๑๔	เครื่องมือตรวจจับลีนามิในทะเลลึก	๑๑๐
๔ - ๑๕	สถานที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำชั่วคราวทางเมือง หมู่เกาะสิมิลัน	๑๑๑
๔ - ๑๖	ส่วนประกอบของเครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจจับระดับน้ำ แบบวัดความกดดันน้ำ	๑๑๑
๔ - ๑๗	สถานที่ติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำฝั่งทะเลอันดามัน ของกรมอุตุศาสตร์	๑๑๒
๔ - ๑๘	สภาพระดับน้ำลดลงอย่างฉับพลันขณะเกิดลีนามิ ก่อนที่คลื่นขนาดใหญ่จะตามมา	๑๑๓
๔ - ๑๙	ความรุนแรงของลีนามิ	๑๑๔
๔ - ๒๐	ป้ายเดือนวยลีนามิ และแสดงเส้นทางอพยพ	๑๑๖
ก - ๑	อาคารที่ทำการกองสมุทรศาสตร์ในปัจจุบัน	๑๒๐
ก - ๒	ภาพทั่วหน้ากอง / ผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ ตั้งแต่อีตี ถึง ปัจจุบัน	๑๒๔





ที่ระลึกวันคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

ตารางที่

สารบัญตาราง ข้อตราส

หน้าที่

๔ - ๑	ระดับน้ำยื่นอยู่หลัง	๗๑
๔ - ๒	แอมพลิจูดและวัฏจักรของคลื่นกระแทกที่สถานีวัดระดับน้ำต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ ป้อมพระจุลจอมเกล้า เมื่อปี พ.ศ.๒๕๓๙	๗๔
๔ - ๓	สถานีวัดระดับน้ำ สถานที่ตั้งและช่วงเวลาการเก็บข้อมูลระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์	๗๙
๔ - ๔	ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนได้ระดับทะเลเปานกกลาง (เมตร) เทียบกับระดับน้ำเฉลี่ย (เมตร) จากศูนย์บรรทัดน้ำ (๒.๕ เมตร) ได้ระดับทะเลเปานกกลาง	๙๗
๔ - ๕	การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำรายปีที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ	๙๔
๔ - ๖	การแบ่งชนิดของน้ำของสถานีวัดระดับน้ำ	๙๔
๔ - ๗	ค่ารายการน้ำที่แสดงในแผนที่เดินเรือ (แผนที่เดินเรือหมายเลข ๑๐๕)	๑๐๐
๔ - ๘	ความสัมพันธ์ของค่ารายการน้ำ	๑๐๑
๔ - ๙	แสดงความเร็วของสายน้ำที่ความลึกต่างๆ	๑๐๗



บทที่ ๑

งานระดับน้ำของโลก

๐.๑ ความสำคัญของงานระดับน้ำ

เมื่อกล่าวถึงไทด์ (Tide) มักเป็นที่รู้จักกันในส่วนของปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ หรือกระแสน้ำจากอิทธิพลของเทหافتถุฟากฟ้า อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลง **ระดับน้ำ** เป็นเพียงผลอย่างหนึ่ง ของไทด์ที่รู้จักกันในนาม Ocean Tide เท่านั้น ลิ่งที่เกิดขึ้นกับระดับน้ำที่เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่สังเกตได้ตามชายฝั่งทะเลที่พบเห็นกันโดยทั่วไป คือ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสัมพันธ์ เทียบกับการเปลี่ยนแปลงของแผ่นดิน เนื่องจากอิทธิพลของเทหافتถุฟากฟ้าที่มีต่อโลกที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำมีผลให้ **ระดับดิน** มีการเปลี่ยนแปลงด้วย ซึ่งรู้จักกันในนาม Earth Tide หรือ Terrestrial Tide เป็นผลให้ระดับน้ำที่ตรวจวัดได้มี การเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าระดับที่เปลี่ยนแปลงจริง



ภาพขณะน้ำขึ้น

ภาพขณะน้ำลง

ภาพที่ ๐ - ๐ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ขณะน้ำขึ้นและน้ำลงที่อ่าว Fundy

ไทด์ยังมีผลต่อวงรอบการเปลี่ยนแปลงของอากาศ ซึ่งรู้จักกันในนาม Air Tide หรือ Atmospheric Tide อีกด้วย แต่เนื่องจากอากาศไวในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนมากกว่าแรงโน้มถ่วง ไทด์โดยตรงหลายเท่า จึงเป็นเรื่องยากที่จะแยก Air Tide จากอิทธิพลของเทหافتถุฟากฟ้า (แรงโน้มถ่วง) ได้ เนื่องจากผิวโลกได้รับ พลังงานความร้อน ในปริมาณที่ไม่เท่ากัน มีวงรอบตามตำแหน่งสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างดวงอาทิตย์กับโลก เช่น กลางวัน กลางคืน และฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของ Air Tide จึงมีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามตำแหน่งสัมพันธ์ ของดวงอาทิตย์กับโลกเป็นหลัก

นอกเหนือไปจากนี้แล้ว ผลต่างของแรงดึงดูดของเทหافتถุฟากฟ้าที่มีมวลมาก และมี หลุมดำ (Black Hole) ประกอบอยู่ภายใน จะส่งผลที่นำสะพิงกลัวอย่างหนึ่งคือ หากลิ่งใดเข้าใกล้เทหافتถุฟากฟ้าเหล่านี้มากพอ ผลต่าง ระหว่างแรงดึงดูดด้านใกล้และด้านไกลเทหافتถุฟากฟ้าที่มีมวลมากจะมีขนาดต่างกัน ดังนั้นด้านใกล้เทหافتถุฟากฟ้านั้นๆ



๒

ระดับน้ำ ในนานาประเทศ

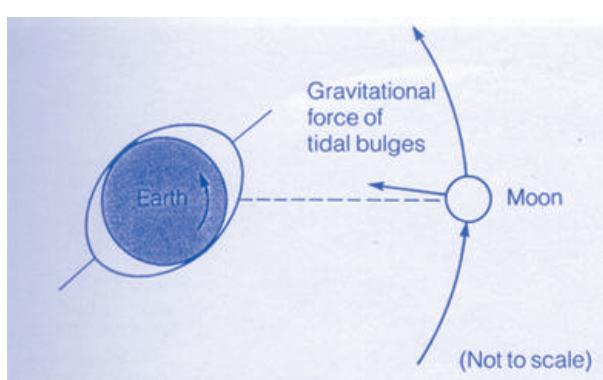
สำนักงานคุณภาพสากลมาตรฐานสากล กระทรวง อุตสาหกรรม

ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๔

จะถูกดึงดูดเข้าสู่จุดศูนย์กลางมวลของเทหัวตุ่ฟากฟ้า ด้วยแรงที่มากกว่าด้านที่อยู่ห่างออกไป เป็นผลให้เทหัวตุ่ฟากฟ้านั้นจะถูกยึดออกจนกระทั่งแทกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ในกรณีที่เทหัวตุ่ฟากฟ้าที่มีมวลมากเป็นหลุมดำจะมีแรงไทด์ (Tide Force) มากพอแยกออกตอนออกจากกันได้ ขณะที่ดาวเคราะห์ขนาดใหญ่เช่น ดาวพฤหัสบดีหรือดาวเสาร์ จะมีแรงไทด์มากพอที่จะฉีกดวงจันทร์ที่มีวงโคจรในขอบเขตหนึ่งได้ ดังนั้นเทหัวตุ่ฟากฟ้าซึ่งโคจรอยู่ใกล้ดาวขนาดใหญ่จึงคงมีสภาพเป็นวัตถุเล็กๆ ซึ่งประกอบเป็นวงแหวนรอบดาวเหล่านี้เท่านั้น

ในการนีของโลก Earth Tide ส่งอิทธิพลให้ เปลือกโลกมีการ ขึ้นลง สองครั้งต่อวัน โดยมีค่าแอมเพลิจูด (Amplitude) ประมาณ ๐.๔๕ เมตร (เป็นผลจากดวงอาทิตย์ประมาณ ๐.๐๕ เมตร) ในบริเวณเล้นศูนย์สูตร จากการที่แรงไทด์มีอิทธิพลและเป็นต้นกำเนิดกระแสน้ำของการไหลภายนอกโลก ดังนั้น ไทด์จึงมีอิทธิพลโดยตรงต่อสายน้ำ แม่เหล็กของโลก อิทธิพลของไทด์ที่มีต่อการเคลื่อนที่ของโลก และดวงจันทร์ที่สำคัญคือ ระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์จะเพิ่มขึ้น

ระยะห่างระหว่างโลกกับเทหัวตุ่ฟากฟ้าที่เพิ่มขึ้นเป็นผลให้แรงดึงดูดซึ่งแบ่งออกผัน กับระยะทางยกกำลังสองน้อยลง หรืออีกนัยหนึ่ง ผลของไทด์ น้อยลงด้วย เนื่องจากส่วนที่เป็นไปจากไทด์ (Tidal Bulge) จะเกิดขึ้นสองบริเวณ คือ บริเวณด้านที่อยู่ใกล้และอยู่ไกลจากเทหัวตุ่ฟากฟ้ามากที่สุด เช่นผิวโลกที่อยู่ใกล้ดวงจันทร์ และผิวโลกที่อยู่ด้านตรงกันข้ามกับดวงจันทร์ แต่ในสภาพความเป็นจริงของโลก โลกเคลื่อนที่เร็วกว่าที่ไปจะตามทัน ดังนั้นไปซึ่งเกิดขึ้นจริงจะเคลื่อนที่เลขจากตำแหน่งสัมพันธ์ของดวงจันทร์กับโลกไปเล็กน้อย พลังงานบางส่วน



จากการเคลื่อนตัวของมวลน้ำและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโลกจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อน เมื่อไปทั้งสองอยู่ห่างจากดวงจันทร์ไม่เท่ากันไปซึ่งอยู่ใกล้จะได้รับผลของแรงดึงดูด ซึ่งมีทิศทางลู่ด้วงจันทร์มากกว่าไปซึ่งอยู่ห่าง

จากดวงจันทร์ ดังนั้น โลกจะหมุนรอบตัวเองด้วยความเร็วที่ช้าลง จนกว่าโลกจะหมุนรอบตัวเองเท่ากับการโคจรรอบโลกครบรอบพอดี และดวงจันทร์เองจะถูกดึงดูดเข้าหาไป ซึ่งอยู่ใกล้ดวงจันทร์มากกว่าเช่นกัน แรงลัพธ์จะทำให้ดวงจันทร์ มีความเร็วเพิ่มขึ้น หากยังอยู่ในวงโคจรเดิม ดังนั้น ดวงจันทร์จะมีพลังงานมากเพียงพอที่จะโคจรไปอยู่ในตำแหน่งที่ห่างจากโลกมากกว่าเดิม การโคจรของดวงจันทร์รอบโลกใช้เวลาเท่ากับการหมุนรอบตัวเองของดวงจันทร์พอดีเป็นผลจากไทด์นั้นเอง ปัจจุบันแรงไทด์ส่งผลให้โลกหมุนรอบตัวเองช้าลง ๐.๐๐๐๑๙ วินาทีต่อศักราช และดวงจันทร์โคจรห่างจากโลก ๓ เชนติเมตรต่อปีโดยประมาณ

โดยสรุปแล้ว ไทด์มีกำเนิดมาจากการของแรงที่เป็นผลมาจากการของแรงที่เกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วง เช่น แรงดึงดูดที่แตกต่างกันจากผลกระทบต่างของระยะทาง ในกรณีของไทด์จากหลุมดำ หรือผลต่างระหว่างแรงดึงดูดกับแรงโน้มถ่วงที่ศูนย์กลางที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบนโลก

ไทด์ที่มีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตของมนุษย์มากที่สุดคือ Ocean Tide ในที่นี้จึงจะกล่าวถึงเฉพาะ Ocean Tide หรือระดับน้ำเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในบริเวณชายฝั่งทะเล มหาสมุทร และแม่น้ำต่างๆ ซึ่งมักเป็นแหล่งที่ชุมชนขนาดใหญ่ตั้งอยู่และมีชาวเรือที่ใช้ชีวิตท่องเที่ยวไปตามเมืองท่าต่างๆ ในอดีต จึงไม่น่าประหลาดใจแต่ประการใดที่ปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง และการเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำที่สัมพันธ์กับระดับ

น้ำกระตุนความสงสัย และพิจารณาแสวงหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์เหล่านี้มานานนับสหัสวรรษ จนกลายเป็นศาสตร์ที่สำคัญเช่นหนึ่งทางสมุทรศาสตร์ในปัจจุบัน

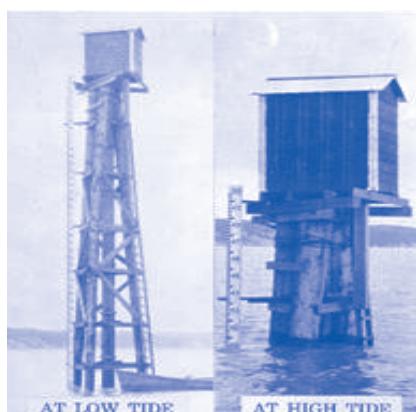
ระดับน้ำขึ้น น้ำลง เป็นสิ่งที่ส่งอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์วิทยาและสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง โดยพิสัยของน้ำ (Range) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งที่กำหนดสภาพแวดล้อมในบริเวณปากแม่น้ำ และช่วงทางเดล (Estuary) น้ำขึ้น น้ำลง และกระแสน้ำ จากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการผลผลิตของมวลน้ำ เป็นผลให้น้ำจืดจากต้นน้ำผูกพันกับน้ำเค็มจากทะเลได้รวดเร็วมากขึ้น และก่อให้เกิดระบบนิเวศน์วิทยาน้ำกร่อย ซึ่งสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่ธรรมชาติอีกส่วนหนึ่ง

กระแสน้ำขึ้น น้ำลง และ กระแสน้ำจากผลดัดความหนาแน่นของมวลน้ำ เป็นองค์ประกอบหลักในระบบการกระจายตัวของน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของสารอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตประเภทพิชชาเลที่สำคัญ ขนาดและประเภทของตะกอนจากแม่น้ำเป็นลิ่งที่กำหนดคุณลักษณะของชายฝั่งทะเล กระแสน้ำขึ้น น้ำลง ยังเป็นส่วนประกอบที่พัฒนาตัวของตะกอนเหล่านี้และลิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในห่วงโซ่ออาหาร ให้เคลื่อนย้ายไปตามวงจรชีวิตต่างๆ และน้ำขึ้น น้ำลงยังเป็นปัจจัยกำหนดลักษณะชายฝั่ง เช่น ช่องทางน้ำที่เป็นวิถีน้ำแคบๆ ที่เว้าลึกเข้าไปในฝั่งทะเล (Tidal Inlet) ของระบบเกาะลันดอน (Barrier Island) เป็นต้น

บริเวณชายฝั่งระหว่างแนวน้ำขึ้นกับแนวน้ำลงเป็นบริเวณที่อุดมด้วยตะกอนและสารอาหาร ซึ่งส่งผลให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ นอกเหนือจากน้ำ บริเวณนี้ยังเป็นแหล่งสืบพันธุ์ วางไข่ และหลบภัยของสัตว์น้ำนานาพันธุ์ก่อนที่จะเจริญวัยและย้ายถิ่นที่อยู่สู่ทะเลที่กว้างใหญ่กว่า

ข้อมูลระดับน้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น การคำนวนหาค่าระดับทะเลปานกลาง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจในการหาค่าความสูงต่างๆ หากค่าระดับน้ำขึ้นสูงสุด และระดับน้ำลงต่ำสุด ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการสำรวจและผลิตแผนที่เดินเรือ การชุดลอกกรองน้ำและทำเรือ การทำงานน้ำขึ้น น้ำลงล่วงหน้า การออกแบบและสร้างลิ่งก่อสร้างในทะเลและชายฝั่ง การคมนาคมขนส่งทางทะเล การประมง การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การบริหารจัดการน้ำท่วม การท่องเที่ยวทางทะเล และการบริหารจัดการเกี่ยวกับมลภาวะในทะเล เป็นต้น นอกจากนั้นข้อมูลระดับน้ำตามเวลาจริง ยังใช้ประโยชน์ในการเตือนภัยลนนามิและภัยจากคลื่นน้ำหนุนจากพายุในทะเลด้วย

การทำความเข้าใจกับน้ำขึ้น น้ำลง จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสังคมที่อยู่ภายนอกของน้ำขึ้น น้ำลง ในฐานะที่ **กรมอุทกศาสตร์เป็นหน่วยงานหลักของประเทศไทย** ที่รับผิดชอบงานเกี่ยวกับระดับน้ำตั้งแต่ก่อนลงครุฑ์ที่สอง เรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนี้ จึงควรได้รับการบันทึกไว้รวมทั้งความเป็นมาของงานระดับน้ำ การทำงานน้ำ ทฤษฎีระดับน้ำ และผลการตรวจสอบระดับน้ำในน่านน้ำไทยที่กรมอุทกศาสตร์ได้ดำเนินการมาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน



๑.๒ ประวัติการตรวจระดับน้ำและการทำงานน้ำ

ผู้คนที่อาศัยอยู่ริมทะเลได้สังเกตเห็นปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง และกระแสน้ำ จากระดับน้ำนานานับสหัสวรรษแล้ว บ้างก็ใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์นี้ อาทิเช่น ช่วยให้คาดคะเนเวลาที่เหมาะสมในการนำเรือเข้า หรือ ออกจากท่าเรือ รวมทั้งการประมงและเพาะเลี้ยงชายฝั่ง ซึ่งอยู่ในเขตน้ำทะเลขึ้นลงได้

มีผู้ที่มีชื่อเสียงหลายท่านในอดีต ทำการศึกษาปรากฏการณ์น้ำ ทางทฤษฎีและเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการศึกษาระดับน้ำและปรากฏการณ์



ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ และ ทำนายระดับน้ำและกระแสน้ำในปัจจุบัน

Poseidarius นักภูมิศาสตร์ร่วมสมัยกับอริสโตเติล (Aristotle) ซึ่งมีชีวิตอยู่ระหว่างพุทธศักราช (พ.ศ.) ๑๕๙ - ๒๗๑ (๓๔๔ - ๒๗๑ ปี ก่อนคริสต์ก้าล) ได้ศึกษาเรื่องระดับน้ำและความล้มพ้นธารระหว่างระดับน้ำกับวัฏจักร (Phase) ของดวงจันทร์ อย่างไรก็ตามในอดีตการนับ ไม่ค่อยจะมีบันทึกหรือการคิดเรื่องระดับน้ำจากนักคิดในชีกโลกตะวันตกที่มีชื่อเสียงมากนัก เนื่องจากนักคิดเหล่านี้ รวมทั้งอริสโตเติล มักอาศัยอยู่รอบๆ ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ในที่ที่ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

มนุษย์ได้ทราบแล้วว่า ระดับน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะน้ำขึ้นและน้ำลงสองครั้งต่อวัน โดยมีระดับแตกต่างกันในแต่ละที่ มาตั้งแต่ยุคโบราณจนถึงยุคฟื้นฟูศิลปวัฒนธรรม นอกจากนั้นมีบางช่วงเวลาที่ความแตกต่างของระดับน้ำ ณ ที่เดียวกันมีความแตกต่างกันมาก หรือที่เรารู้จักกันในนาม [น้ำเกิด \(Spring Tide\)](#) และ ณ ตำแหน่งที่เดียวกันหากำราะดับน้ำแตกต่างกันน้อยจะเรียกว่า [น้ำตาย \(Neap Tide\)](#) น้ำเกิดหรือน้ำตายเกิดแต่ละครั้งห่างกันประมาณ ๑๕ วัน และน้ำเกิดมีแนวโน้มจะมีระดับสูงที่สุดในวันวิมุตต์ (Equinoctial Day)

งานที่เกี่ยวกับการสังเกตระดับน้ำที่มีการบันทึกเริ่มจาก Venerable Bede มีชีวิตระหว่าง พ.ศ. ๗๗๐ - ๗๘๗ (คริสต์ศักราช (ค.ศ.) ๖๗๙ - ๗๗๕) แห่ง Jarrow Abbey, Northumbria บันทึกว่า ตลอดชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของประเทศอังกฤษ เวลาเกิดระดับน้ำขึ้นสูงสุด จะเคลื่อนลงทางทิศใต้ด้วยความเร็วเกือบคงที่

Francis Bacon ได้สังเกตพบว่าโดยทั่วไป เวลาเกิดระดับน้ำสูงสุดจะเคลื่อนที่จากทิศใต้ในบริเวณช่องแคบยิบรอลต้าไปทางเหนืออย่างทะเลเหนือ และให้ความเห็นว่า ควรจะมีการเก็บข้อมูลระดับน้ำติดตลอดชายฝั่งทวีปแอฟริกาและโลกใหม่ (ทวีปอเมริกา) ด้วย

มาตรฐานน้ำในน่านน้ำยุโรปที่รู้จักกันเป็นครั้งแรก คาดว่าเกิดจากผลงานของ John, Abbot of Wallingford ซึ่งเสียชีวิตในปี พ.ศ. ๗๕๙ (ค.ศ. ๑๒๑๓) มาตรฐานน้ำฉบับนี้ทำนายระดับน้ำขึ้นสูงสุดที่สะพานลอนדון และให้ความสูงของระดับน้ำในวันถัดไป เกิดขึ้นช้ากว่าวันปัจจุบัน ๔๕ นาที ($\frac{4}{5}$ ชั่วโมง) ระดับน้ำสูงสุดจะเกิดหลังจากระดับน้ำขึ้นสูงสุดที่ปากแม่น้ำเมือง ๓ ชั่วโมง สำหรับในชีกโลกตะวันออก มีผู้พับเอกสารที่บ่งชี้ว่ามีการสร้างมาตรฐานน้ำในลักษณะเดียวกันบริเวณปากแม่น้ำ Chien Thang ประเทศจีน เมื่อปี พ.ศ. ๑๕๙๙ (ค.ศ. ๑๐๕๖) อย่างไรก็ตาม ผู้ที่ประดิษฐ์มาตรฐานน้ำเหล่านี้ ไม่สามารถอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำได้ นักคิดทั้งชาวยุโรปและชาวตะวันออกจำนวนหนึ่งคิดว่า การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเป็นการหายใจเข้าหายใจออกของโลก ซึ่งหมายใจด้วยน้ำแทนอากาศ

ในปี พ.ศ. ๒๕๓๐ (ค.ศ. ๑๗๕๗) นิวตัน (Sir Isaac Newton) ใช้การสังเกตระดับน้ำเพื่อแสดงถึง แนวความคิดเรื่องจักรวาล และใช้คณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่า ระดับน้ำเกิดจากแรงดึงดูดระหว่าง แรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ และแรงที่เป็นผลจากการโคจรของโลก รอบจุดศูนย์กลางมวลของระบบโลก - ดวงจันทร์ และ ยังมีแรงคล้ายๆ กันแต่มีพลังน้อยกว่าเกิดขึ้นระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ด้วย นิวตันยังว่าด้วยกฎ普遍ภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแรงที่เกี่ยวข้อง และบ่งชี้ว่าผลของแรงนี้จะทำให้ดาวบริวารโคจรเป็นวงรีรอบดาวหลัก โดยมีแกนหลักผ่านดาวบริวารและจุดศูนย์กลางมวลของดาวหลักนั้นๆ ซึ่งเป็นการอธิบายลักษณะตามธรรมชาติของการเกิดน้ำคู่ อย่างไรก็ตามนิวตันไม่ได้พิสูจน์ประเดิมนี้อย่างชัดเจน

ขณะที่ผู้สืบทอดงานของนิวตัน ในประเทศอังกฤษ ไม่ได้แสดงความสนใจในปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลงมากนัก ผู้ที่ชื่นชมทฤษฎีแรงโน้มถ่วงของนิวตัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นชาติคู่แข่งที่สำคัญของอังกฤษในขณะนั้น กลับเป็นกลุ่มนุกคคลที่พยายามใช้ทฤษฎีแรงโน้มถ่วง เพื่อพัฒนางานที่เกี่ยวข้อง กับการทำนายระดับน้ำในบริเวณท่าเรือต่างๆ ตลอดชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก อย่างไรก็ตามตั้งแต่สิ้นยุคของนิวตันมาจนถึง



พ.ศ.๒๕๔๐ (ค.ศ.๑๙๘๗) ยังไม่มีวิธีการที่สามารถทำนายระดับน้ำได้ถูกต้องจนเป็นที่พึงพอใจของนักเดินเรือได้ ผลจากความต้องการวิธีการทำนายน้ำที่เชื่อถือได้กระตุ้นให้สถาบัน Academie Royale des Sciences ตั้งรางวัลสำหรับผู้ที่สามารถบรรยาย เรื่อง น้ำขึ้น น้ำลง ในท้องทะเล (Le flux et reflux de la mer) ได้ดีที่สุด และในอีกสองปีต่อมา Daniel Bernoulli, Antoine Cavalleri, Euler และ Maclaurin ร่วมกันรับรางวัลดังกล่าว ในปี พ.ศ.๒๕๔๓ (ค.ศ.๑๙๘๐)

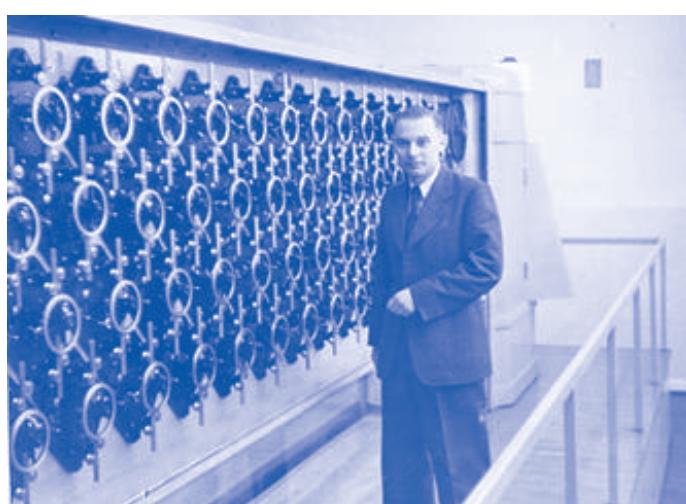
Cavalleri เขียนสนับสนุนทฤษฎี Vortices ของ Descartes ซึ่งนักวิชาการร่วมสมัยชาวฝรั่งเศสลังเลที่จะให้การสนับสนุนอย่างจริงจังเป็นครั้งสุดท้ายในประวัติศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะประเมินการลดรูปกฎการแปรผกผันยกกำลังสองของนิวตัน Cavalleri ซึ่งเป็น Jesuit Professor ทางคณิตศาสตร์ แห่ง Cahors คัดค้านทฤษฎี แรงโน้มถ่วงของนิวตัน ในประเด็นที่แรงโน้มถ่วงส่งผลอย่างทันทีทันใดเป็นระยะทางไกลๆ และเป็นประเด็นที่ยังเป็นที่สังสัยคงรบกวนความคิดของนักวิชาการจำนวนไม่น้อยในปัจจุบัน

Maclaurin ใช้ทฤษฎีของนิวตัน แสดงให้เห็นว่ารูปร่างที่ควรจะเป็นทรงกลมของมหาสมุทรที่มีความลึกคงที่ ในสภาพสมดุลพลวัตกับแรงโน้มถ่วงเดียวมีมวล m ซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นทรงรีโดยที่มีแกนหลักตัดผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้น สมการของ Maclaurin ยังสามารถขยายผิวที่มีการเปลี่ยนรูปออกไปอีกด้วย ในรูปการยกกำลัง m เทอมแรกจะเป็นเทอมที่แสดงถึงรูปร่างรีที่นิวตันบรรยายไว้โดยไม่มีการพิสูจน์ นอกจานั้น Maclaurin ยังเป็นคนแรกที่กล่าวถึงการเบี่ยงเบนของวัตถุอันเนื่องมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งรู้จักกันในนามของแรงคอริโอลิส (Coriolis Force) อีกด้วย

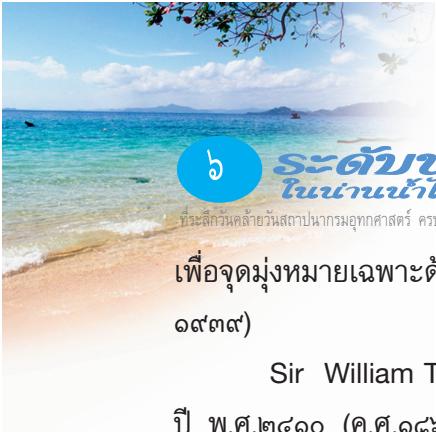
Euler มีส่วนร่วมหลักๆ ในการพัฒนาทฤษฎีระดับน้ำโดยทำให้ทราบกว่าแรงที่มีผลในการเกิดระดับน้ำคือ แรงทางระดับซึ่งไม่มีแรงใดมาสมดุล ในขณะที่แรงทางดิ่งจะสมดุลกับแรงกดบนพื้นท้องทะเล แรงทางระดับเป็นแรงที่ทำให้น้ำเคลื่อนที่และยังทำให้การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำมีลักษณะเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นของระดับน้ำขึ้นสูงสุดด้วย

ลาปลาส (Pierre Simon, marquis de Laplace) นักคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ชาวฝรั่งเศสค้นพบการคงอยู่ของระดับน้ำอย่างซึ่งสามารถแทนด้วยสมการรูป Cosine ของมุมที่เพิ่มอย่างสม่ำเสมอตามเวลาและประยุกต์ว่างหลักการพื้นฐานของการวิเคราะห์แบบไฮาร์มอนิก (Harmonic) เพื่อคำนวนหาระดับน้ำขึ้นสูงสุด ลงต่ำสุด ในวงการศึกษาระดับน้ำถือว่าเป็นความก้าวหน้าอย่างแท้จริงโดย ลาปลาส เป็นผู้สร้างสมการแรงทางระดับสองสมการกล่าวถึงความเร็วกระแสน้ำในมหาสมุทรเทียบกับโลก และสมการแรงทางดิ่งหนึ่งสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงทางดิ่งของผิวมหาสมุทรโดยที่แสดงพิกัดทางมุ่มนิวโลก

งานของ ลาปลาส ยังคงเป็นรากฐานที่สำคัญในการคำนวณระดับน้ำจนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุที่ สมการของลาปลาส เป็นสมการที่มีความสมดุลอย่างพลวัต โดยมีค่าที่เกี่ยวข้องเป็นค่าคงที่ของความถี่ของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของแรงที่เกี่ยวข้องซึ่งทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางดาราศาสตร์สามารถแยกได้เป็นจำนวนมาก ในภาษาเยอรมัน Deutsche Hydrographische Institut ณ เมือง Hamburg สถาบันนี้สามารถรักษาเรื่องนี้ได้รับต้นแบบของเครื่องคำนวณเอนะล็อก (Analog) ซึ่งสร้างมา



ภาพที่ ๑ - ๔ เครื่องจักรทำนายน้ำของ Deutsche Hydrographische Institut มีระดับน้ำอยู่ ๖๒ ค่า



๖ ระดับน้ำ ในนานาประเทศ

สำนักงานคณะกรรมการอุตสาหกรรม กระทรวง อุตสาหกรรม ๔๕ ปี

เพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะด้าน คือ เครื่องจักรทำนายน้ำ ซึ่งมีระดับน้ำย่ออย่างน้อยกว่า ๑๒ ค่า ใน พ.ศ.๒๕๔๙ (ค.ศ. ๑๙๗๘)

Sir William Thomson (Lord Kelvin) พัฒนาวิธีการลดรูประดับน้ำโดย การวิเคราะห์แบบ ฮาร์มอนิก ในปี พ.ศ.๒๕๔๐ (ค.ศ.๑๙๗๗) โดยอาศัยหลักการแยกการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่ซับซ้อนเป็นผลรวมของระดับน้ำย่ออย่างวนมาก โดยที่ระดับน้ำย่ออย่างตัวมีการเปลี่ยนแปลงเป็นวงรอบ ในลักษณะกราฟรูป Sine หรือ Cosine ที่มีลักษณะไม่ซับซ้อน วิธีการแยกระดับน้ำเป็นระดับน้ำย่ออย่างนี้กล่าวกันว่ามีที่มาจากการคิดของ Eudoxas ตั้งแต่ปี พ.ศ.๑๘๗ (๑๒๙ ปี ก่อนคริสต์ก้า) ซึ่งอธิบายลักษณะปรากฏของการโคลจรที่ดูจะยุ่งเหยิงวุ่นวายของดาวนพเคราะห์ โดยการรวมการเคลื่อนที่แบบวงกลมง่ายๆ หลายๆ วงเข้าด้วยกัน

Dr.Thomas Young เสนอแนะว่า การสังเกตและวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำตลอดช่วงเวลาสำคัญกว่า การสังเกตเฉพาะเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุด และลงต่ำสุด Sir George B. Airy มีส่วนร่วมที่สำคัญในการวางแผนการวิเคราะห์แบบ ฮาร์มอนิก อย่างไรก็ตาม Sir William Thomson เป็นผู้ที่มีบทบาทในการนำทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติมากที่สุด

ในปี พ.ศ.๒๕๔๐ (ค.ศ.๑๙๗๗) The British Association for the Advancement of Science แต่งตั้งกรรมการ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการสนับสนุนให้มีการขยายขอบเขต และพัฒนาการวิเคราะห์แบบ ฮาร์มอนิก และการตรวจวัดระดับน้ำ Sir William Thomson ผู้เตรียมรายงานและได้รับการจัดพิมพ์เป็น Report of the British Association for the Advancement of Science พ.ศ.๒๕๔๐ (ค.ศ.๑๙๗๗) หลังจากนั้น มีการเสนอรายงานเพิ่มเติมหลายฉบับเป็นระยะๆ โดย Tidal Committee ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ในภายหลัง หลังจากนั้นไม่นาน กรรมการซึ่งประกอบด้วย Professors G. H. Darwin และ J. C. Adams ได้เขียนรายงานฉบับเต็มในเรื่องนี้และตีพิมพ์ใน Report of the British Association for the Advancement of Science ในปี พ.ศ.๒๕๔๑ (ค.ศ.๑๙๗๘)

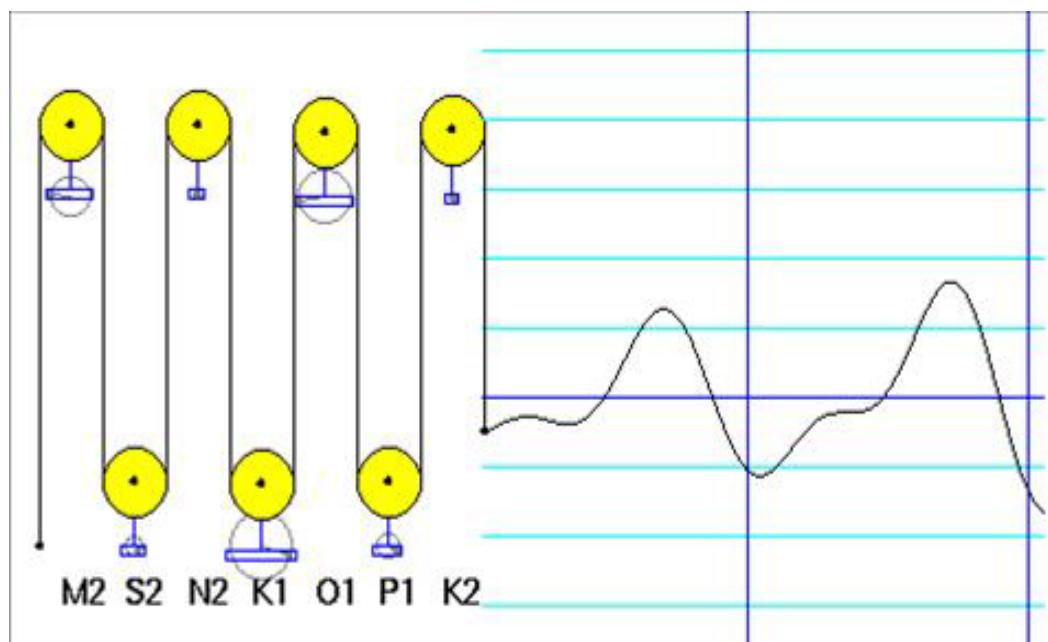
สำหรับนักคณิตศาสตร์ชาวอเมริกันที่มีบทบาทในลักษณะเดียวกันคือ Professor William Ferrel และ Dr.Rollin A. Harris ซึ่งทำงานร่วมกับ U.S. Coast and Geodetic Survey Professor William Ferrel เขียน The Tidal Researches ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ในปี พ.ศ.๒๕๔๗ (ค.ศ.๑๙๗๔) หลังจากนั้น Professor William Ferrel ได้เขียนงานเรื่องการวิเคราะห์แบบ ฮาร์มอนิก ลงเอกสารประกอบรายงานรายปี The Superintendent of the Coast and Geodetic Survey เป็นระยะๆ งานที่รู้จักกันมากที่สุดของ Dr.Harris คือ Manual of Tides ซึ่งได้ระบุการตีพิมพ์เป็นตอนๆ ในรายงานรายปี The Superintendent of the Coast and Geodetic Survey ซึ่งตีพิมพ์เรื่องการวิเคราะห์แบบ ฮาร์มอนิก เป็นหัวข้อหลักในส่วนที่ ๒ ของคู่มือ ในปี พ.ศ.๒๕๔๐ (ค.ศ.๑๙๗๗)

การวิเคราะห์ระดับน้ำสามารถแบ่งได้เป็น สลับวิธี คือ การวิเคราะห์แบบ ฮาร์มอนิก และ แบบ Non-harmonic การวิเคราะห์แบบ ฮาร์มอนิก จะนำระดับน้ำย่ออย่างตัวจะแทนด้วยค่าคงที่ ฮาร์มอนิก มวลรวมกันเป็นระดับน้ำ สำหรับการวิเคราะห์แบบ Non-harmonic จะทำนายน้ำโดยอาศัยเวลาดูงจันทร์ผ่านเมอริเดียนร่วมกับความสูงของระดับน้ำเฉลี่ยที่แตกต่างกัน ในสภาพแวดล้อมปกติและความแตกต่างกันของระดับน้ำที่ยอดน้ำขึ้นกับยอดน้ำลงติดต่อกัน (Inequalities) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงวัฏจักร และมุมบ่ายเบน (Declination) ของดวงจันทร์และมุมระหว่างดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์ การทำนายน้ำในครั้งแรกฯ ดำเนินการในลักษณะการสร้างตาราง และกราฟต่างๆ โดยใช้ผลการตรวจวัดระดับน้ำจริงในแต่ละตำบลที่มาพิจารณาประกอบกันเป็นระดับน้ำ ถึงแม้ว่าจะขาดความแม่นยำก็ตาม

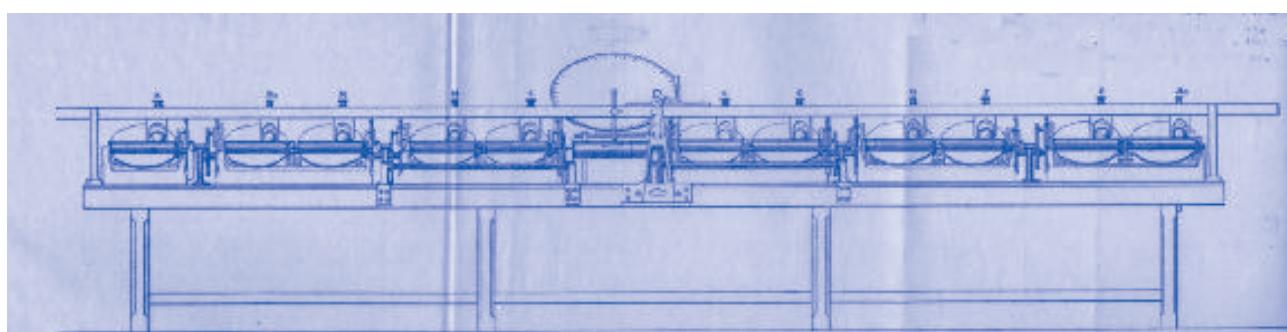
ในปี พ.ศ.๒๕๔๕ (ค.ศ.๑๙๗๒) หลังจากได้สนทนากับบริษัทสร้างแรงดันไฟ Lord Kelvin มีความไฟฟ้าที่จะสร้างเครื่องจักรทำนายน้ำ เมื่อในตอนนั้นจะมีการเพาล์สันเก็บข้อมูลและติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ เป็นเวลาหลายปีแล้ว รวมถึงมีการแยกระดับน้ำเป็นระดับน้ำย่ออย่างทางคณิตศาสตร์อย่างสมบูรณ์แล้ว การที่จะ

ทำนายน้ำตามทฤษฎี ซึ่งระดับน้ำที่ซับซ้อนเป็นผลรวมของระดับน้ำย่อยที่มีรูปแบบอย่างง่ายจำนวนมากรวมกัน ในทางปฏิบัติแล้วแทบเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับงานคำนวนจำนวนมหาศาล การทำนายน้ำโดยวิธีอาร์มอนิก ซึ่งแทนไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยการใช้ตารางหรือแบบฟอร์มการคำนวนโดยคน จะดำเนินการได้โดยการใช้เครื่องจักรทำนายน้ำเป็นหลัก

Lord Kelvin ได้แกะปัญหานี้โดยสร้างเครื่องจักรทางกลสองเครื่อง คือ เครื่องวิเคราะห์อาร์มอนิก และเครื่องจักรทำนายน้ำใช้งานร่วมกับเครื่องวิเคราะห์ระดับน้ำ (The Tidal Analyzer) ประกอบด้วย Integrators ชั้นล้วนทรงกลมประกนกับชั้นล้วนทรงกระบอก ๑๑ ชั้น เพื่อทำการหาค่าเฉลี่ยโดยวิธีทางกล และล้มประลิทึ๊ ขององค์ประกอบระดับน้ำย่อย ๕ ตัว ณ เวลาเดียวกับเครื่องวิเคราะห์ระดับน้ำ (The Tidal Analyzer) ของ Lord Kelvin ไม่เพียงแต่มี The Harmonic Analyzer ซึ่งออกแบบมาเพื่อวัดถุประสงค์เดียวกัน (ขณะนี้อยู่ที่ Kelvin Museum ณ เมือง Glasgow) สำหรับเครื่องจักรทำนายน้ำจะประกอบด้วยวงล้อจำนวนเท่ากับระดับน้ำย่อย ๑๐ ตัว วงล้อแต่ละวงสามารถปรับรัศมีของวงล้อให้เปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของพลิจูดของระดับน้ำย่อยได้ วงล้อแต่ละวงจะหมุนด้วยความเร็วที่เป็นอตรำส่วนเดียวกับความเร็วในการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำย่อยซึ่งวงล้อนั้นๆ เป็นตัวแทน และสามารถตั้งมุมเริ่มต้นให้เหมาะสมสมกับวัฏภากของระดับน้ำย่อย ณ ช่วงเวลาเริ่มต้นในการทำนายน้ำได้ เครื่องจักรทำนายน้ำสามารถทำนายน้ำ ๑ ปี โดยใช้เวลาเพียง ๔ ชั่วโมงเท่านั้น มีการใช้เครื่องคล้ายกันนี้ในการทำนายระดับน้ำในประเทศไทยเดียวอยู่ทุกวันปี



ภาพที่ ๑ - ๕ หลักการทำงานของเครื่องจักรทำนายน้ำ



ภาพที่ ๑ - ๖ เครื่องวิเคราะห์ระดับน้ำ



ระดับน้ำ ในบ้านเมืองไทย

สำนักวิจัยและพัฒนาสถาปัตยกรรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๕๖ ปี

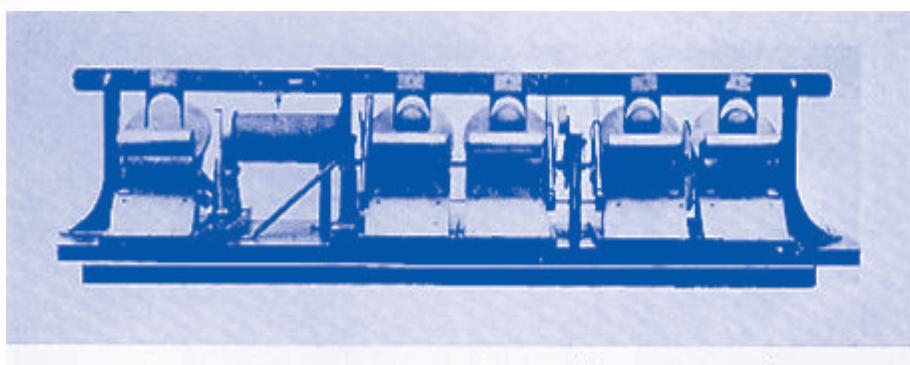


Plate 14b—Harmonic Analyser. (Length of base: 173.5 cms.)

ภาพที่ ๑ - ๗ เครื่องวิเคราะห์ระดับน้ำ (The Tidal Analyzer) ของ Green & Lloyd



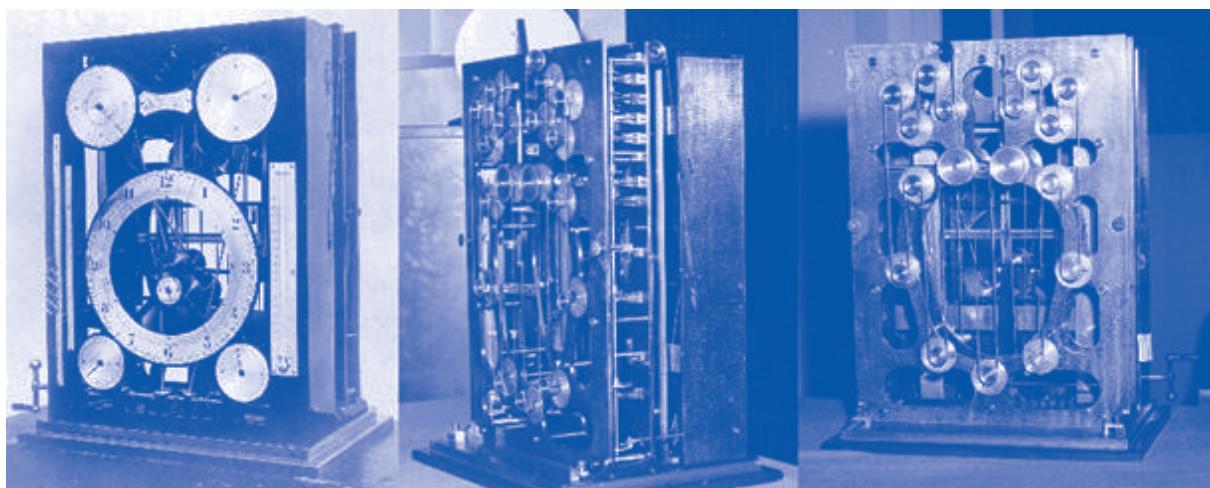
ภาพที่ ๑ - ๘ เครื่องจักรทำงานน้ำเครื่องแรก
ของ Lord Kelvin

ต่อมากายหลัง เครื่องจักรทำงานน้ำ Doodson - Le'ge' ซึ่งใช้หลักการของ Lord Kelvin เป็นพื้นฐาน กล้ายเป็นผู้ลร้างเครื่องจักรทำงานน้ำรายใหญ่ของโลก (รวมทั้งเครื่องจักรทำงานน้ำของกรมอุทกศาสตร์) และสร้างเครื่องจักรทำงานน้ำ The Doodson - Le'ge' ๑๙๔๔/๙ ซึ่งมีระดับน้ำอยู่ ๔๙ ตัว การทำงานน้ำ ๑ ปี ใช้เวลาประมาณหนึ่งวันครึ่ง โดย Proudman Oceanographic Laboratory, Bidston Observatory ทำการทำงานน้ำในท่าเรือทั้งหมด ๑๐ แห่งทั่วโลก ในจำนวนนี้เป็นการทำงานน้ำในประเทศอังกฤษ ๓๐ แห่ง ที่สำคัญ เครื่องจักรทำงานน้ำเครื่องนี้เป็นเครื่องที่ใช้ทำงานน้ำระดับน้ำสนับสนุนการยกพลขึ้นบกของทหารฝ่ายสัมพันธมิตร ดำเนินการต่อฝ่ายอักษะระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง ที่หาดนอร์มังดี ประเทศฝรั่งเศส ในวันที่ ๖ มิถุนายน พ.ศ.๒๔๘๗ (ค.ศ.๑๙๔๔) เครื่องจักรนี้ถูกใช้งานตั้งแต่ พ.ศ. ๒๔๖๗ (ค.ศ.๑๙๔๔) ถึง พ.ศ.๒๕๐๓ (ค.ศ. ๑๙๖๐)

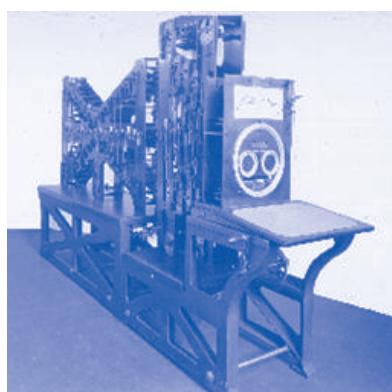
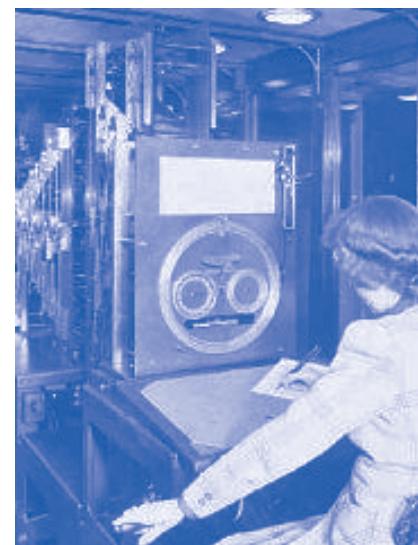
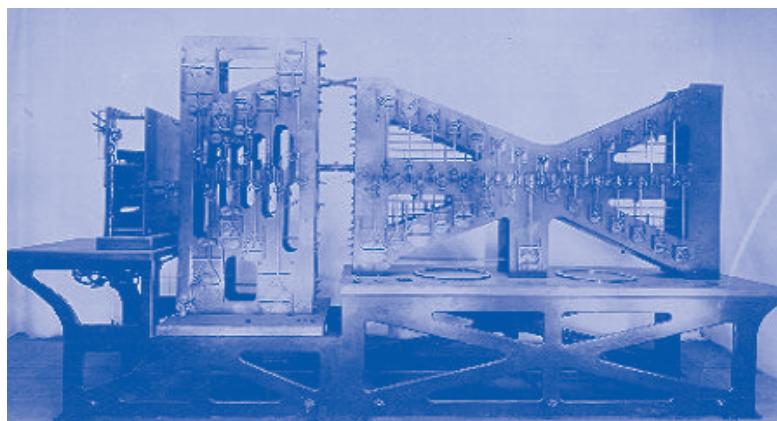


ภาพที่ ๑ - ๙ เครื่องจักรทำงานน้ำ The Doodson-Le'ge'
๑๙๔๔/๙ มีระดับน้ำอยู่ ๔๙ ตัว

ในสหรัฐอเมริกาใช้การคำนวณน้ำแบบ Non-harmonic จนถึงปี พ.ศ.๒๔๗๗ (ค.ศ.๑๘๔๔) นับตั้งแต่ พ.ศ.๒๔๗๔ (ค.ศ.๑๘๔๕) เป็นต้นมา William Ferrel ชี้แจงเรื่มคิดสร้างเครื่องจักรคำนวณน้ำตั้งแต่ พ.ศ.๒๔๗๗ (ค.ศ.๑๘๔๐) ออกแบบแบบแล้วเสร็จในปี พ.ศ.๒๔๗๔ (ค.ศ.๑๘๔๑) ได้สร้างเครื่องจักรคำนวณน้ำสำหรับระดับน้ำย่ออยู่ ๑๗ ตัวขึ้น สร้างโดย Amerika ใช้เครื่องจักรคำนวณน้ำแบบ Ferrel Tide - Predicting Machine ตั้งแต่ พ.ศ.๒๔๗๔ - ๒๕๕๔ (ค.ศ.๑๘๔๕ - ๑๙๗๑) และใช้เครื่องจักรคำนวณน้ำ The Coast and Geodetic Survey Tide-Predicting Machine No.๒ ตั้งแต่ พ.ศ.๒๔๗๕ - ๒๕๐๔ (ค.ศ.๑๘๔๖ - ๑๙๖๕) ต่อมาเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรมขนาดใหญ่ได้เข้ามามีบทบาทแทนเครื่องจักรคำนวณ ในปี พ.ศ.๒๕๐๙ (ค.ศ.๑๙๖๖) และเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรมเริ่มถูกแทนที่ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ ที่มีราคาถูกลงเรื่อยๆ ในช่วงทศวรรษหลังปี พ.ศ.๒๕๗๓ (ค.ศ.๑๙๗๐)



ภาพที่ ๑ - ๑๐ เครื่องจักรคำนวณน้ำของ Ferrel



ภาพที่ ๑ - ๑๑ เครื่องจักรคำนวณน้ำหมายเลขสอง
(Tide-Predicting Machine No.๒)
ของ The Coast and Geodetic Survey

๐.๓ เครื่องมือวัดระดับน้ำในปัจจุบัน

การวัดระดับน้ำตั้งแต่สมัยโบราณ กระทำโดยเครื่องมืออย่างง่ายๆ ไม่ซับซ้อนมากนัก เช่น การทำเครื่องหมายในบริเวณที่ต้องการวัดระดับน้ำโดยตรง การใช้ไม้บรรทัดติดตั้งบริเวณท่าเรือและมีผู้ดูแลบันทึกระดับน้ำ จนกระทั่งมีการประดิษฐ์อุปกรณ์วัดระดับน้ำอัตโนมัติ การวัดระดับน้ำในวงกว้างและต่อเนื่องอย่างยาวนาน จึงสามารถดำเนินการได้โดยสะดวก ปัจจุบันมีอุปกรณ์วัดระดับน้ำหลากหลายรูปแบบ ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลจากความต้องการวัดระดับน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอันเนื่องมาจากอิทธิพลของคลื่นจากต้นกำเนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช้อิทธิพลทางอากาศศาสตร์รวมอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์วัดระดับน้ำอัตโนมัติในปัจจุบันส่วนใหญ่ สามารถจัดอยู่ในแบบใดแบบหนึ่งในลักษณะดังนี้

ก. แบบทุ่นลอยในท่อหรือบ่อน้ำ ซึ่งจะใช้การรับกวนของคลื่นโดยการออกแบบห่อหรือบ่อน้ำที่เหมาะสม

ข. แบบวัดความดัน ซึ่งจะวัดความกดดันของน้ำจากใต้น้ำ แล้วแปลงเป็นความสูงของน้ำเหนืออุปกรณ์วัด โดยใช้ความล้มพื้นที่ระหว่างความดัน ความหนาแน่นของน้ำ อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง และความสูงของน้ำ

ค. แบบเสียงสะท้อน (Acoustic) ซึ่งวัดเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางจากอุปกรณ์ตรวจวัด กลับมายังอุปกรณ์ภาครับ และความเร็วของเสียงในน้ำ นำมาหาระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทาง

ง. แบบเดราร์ หลักการเดียวกับแบบเสียงสะท้อน (Acoustic) แต่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแทนคลื่นเสียง

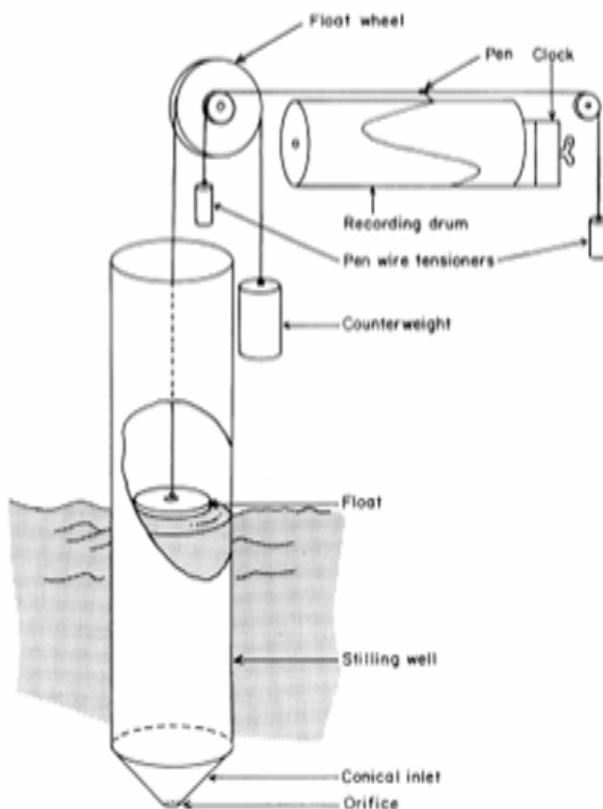
ในแต่ละแบบหลัก มีการใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีปรัชญาการออกแบบที่ไม่เหมือนกันอีกด้วย นอกจานั้นยังมีอุปกรณ์ที่ใช้แท่งหรือหลอดความต้านทานหรือความนำไฟฟ้าในการวัดระดับน้ำด้วย แบบนี้ไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากขาดความทนทานในพื้นที่ซึ่งสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยต่อการวัดระดับน้ำ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น วิชี Global Positioning System (GPS) Reflection สามารถเปิดประดูสู่ความก้าวหน้าที่ซับซ้อนใหม่ซึ่งอาจมีความสำคัญยิ่งในอนาคต

เครื่องมือใหม่ๆ เหล่านี้ สามารถวัดระดับน้ำได้ด้วยความแม่นยำระดับ ๑ เซนติเมตร หากได้รับการดูแลและใส่ใจอย่างจริงจัง ซึ่งเพียงพอสำหรับงานทั่วๆ ไป อย่างไรก็ตาม ความแม่นยำนี้ไม่ดีพอที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับทะเลปานกลาง ซึ่งต้องการระบบที่มีความเสถียรเป็นระยะเวลายาวนาน การเลือกเครื่องมือในการวัดระดับน้ำ มีข้อจำกัดในทางปฏิบัติหลายประการ รวมทั้งราคา ความยากง่ายในการติดตั้ง ซ่อมบำรุงและดูแลรักษา เป็นต้น การเลือกใช้เครื่องมือที่ซับซ้อนมีขอพต์แวร์ยุ่งยาก จะเป็นทางเลือกที่ขาดความเหมาะสม หากขาดบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ และทรัพยากรในการซ่อมบำรุงที่เพียงพอ

๐.๓.๑ เครื่องวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอยในท่อหรือบ่อน้ำ

เป็นระบบวัดระดับน้ำที่เพร่ขยายและคุ้นเคยมากที่สุด ซึ่งในช่วงเวลาหนึ่งระบบวัดระดับน้ำแบบนี้เคยใช้งานอยู่ในท่าเรือทุกแห่งที่มีการวัดระดับน้ำ แต่การสร้างระบบนี้ต้องการงานก่อสร้างทางวิศวกรรม เสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น จึงทยอยถูกทดแทนโดยเครื่องมือใหม่ๆ ที่มีความสามารถดีดั้งถูกกว่า นอกจากนั้นระบบนี้ไม่สามารถสร้างได้ในหลายพื้นที่ เช่น บริเวณชายฝั่งหาดทราย เป็นต้น

ท่อหรือบ่อน้ำจะถูกออกแบบให้ทำหน้าที่เชิงกล เป็นอุปกรณ์รองคลื่นที่มีความลับ ซึ่ง คลื่นจากลม เนื่องจากน้ำจะต้องไหลผ่านช่องเล็กๆ เข้าไปในท่อที่มีเครื่องมือวัดระดับน้ำ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในท่อ จึงข้ากับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำจริงจากภายนอก โดยท่อจะมีน้ำร่วมกับเครื่องวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอย โดยภายในท่อจะมีทุ่น (Float) ลอยอยู่ระดับเดียวกับระดับน้ำต่อกันโซ่ ซึ่งมีตุ้มน้ำหนัก (Counterweight) ถ่วงอีกด้านหนึ่ง โซ่จะเคลื่อนตัวผ่าน Float Wheel เมื่อระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลง ทุ่นจะเคลื่อนที่ตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ล่งผลให้ Float Wheel หมุนด้วยอาการเดียวกัน Float Wheel จะส่งอาการผ่านไปยังปากกา ซึ่งจะ



ภาพที่ ๑ - ๑๒ เครื่องวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอยในท่อ
หรือบนน้ำ

ความเสถียรของระดับอ้างอิง และเป็นแบบที่สามารถวัดระดับน้ำห่างจากผิวน้ำได้โดยไม่ต้องติดตั้งในน้ำได้ง่าย สามารถเปลี่ยนได้

เครื่องวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอยในท่อหรือบนน้ำ

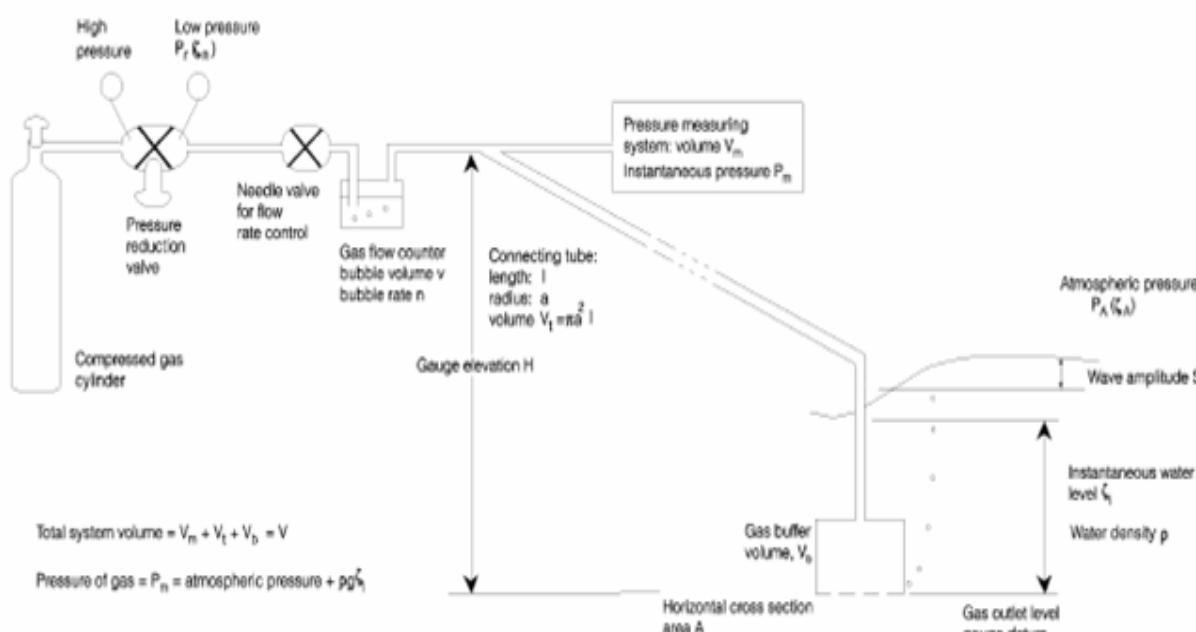
บันทึกการระดับน้ำลงบนกระบอกวิเคราะฟ์ (Recording Drum) ชึ่งหมุนตามนาฬิกา ดังนั้น จะสามารถบันทึกความสูงของระดับน้ำตามเวลาได้ ปัจจุบันนิยมใช้ร่วมกับ Shaft Encoder เพิ่มขึ้น

๑.๓.๒ เครื่องวัดระดับน้ำแบบวัดความดัน

เครื่องวัดความดันน้ำแทนการวัดระดับผิวน้ำโดยตรงเป็นที่นิยมใช้มาก การคำนวณความสูงของผิวน้ำจากหัววัดต้องการข้อมูล ความหนาแน่นของน้ำ และอัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ระบบนี้มีข้อได้เปรียวกว่าระบบอื่นจากการที่สามารถติดตั้งในน้ำได้ง่าย สามารถเปลี่ยนได้สองชนิดคือ

๑.๓.๒.๑ Pneumatic Bubbler Gauge เป็นเครื่องวัดระดับน้ำแบบวัดความดัน ซึ่งเป็นที่นิยมในหลายทศวรรษที่ผ่านมา โดยเข้ามาแทนที่เครื่องวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอยในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และ อังกฤษ เป็นต้น แม้ว่าในสหราชอาณาจักรแทนที่ด้วยเครื่องวัดระดับน้ำแบบเลียงละท้อน (Acoustic) และ แต่ในอังกฤษ ระบบนี้ยังมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย (๔๔ สถานี ในปี พ.ศ. ๒๕๔๗) เนื่องจากความเชื่อถือได้ทั้งในด้านความแม่นยำและ

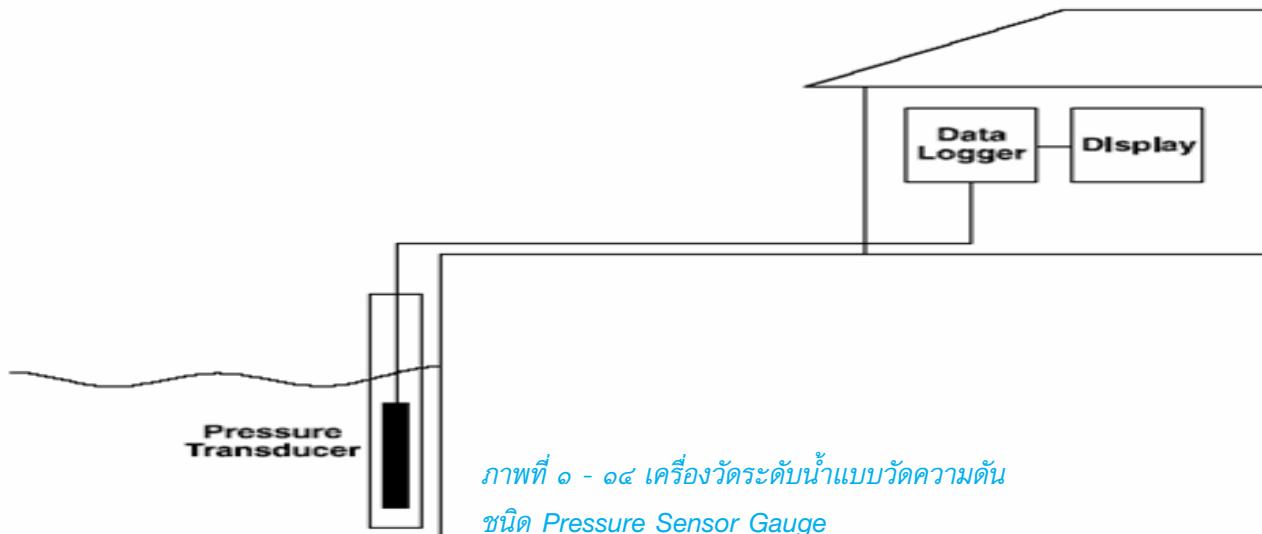
ความเสถียรของระดับอ้างอิง และเป็นแบบที่สามารถตรวจสอบอุปกรณ์นับผู้โดยไม่จำเป็นต้องลรังโคงลรังในแนวตั้งรองรับ



ภาพที่ ๑ - ๑๓ เครื่องวัดระดับน้ำแบบวัดความดันชนิด Pneumatic Bubbler Gauge

Pneumatic Bubbler Gauge ประกอบด้วยปั๊มลม (Air Compressor) ซึ่งจะสร้างความดันผ่านท่อเชื่อม (Connection Tube) ซึ่งเชื่อมกับระบบอุกกากระยะที่มีปลายด้านบนปิดสามารถกักอากาศได้ ด้านล่างเปิดให้อากาศสามารถหลุดออกจากระบบท่อได้ ระบบทองนี้จะติดตั้งในระดับที่ลึกกว่าระดับน้ำลงต่ำสุดเป็นระยะพอกลาง ระดับกลางของระบบจะมีช่องเล็กๆ ซึ่งจะปล่อยให้อากาศสามารถไหลออกจากระบบท่อช้าๆ ดังนั้นหากอัตราการไหลของอากาศช้าพอดีและท่อเชื่อมไม่ยาวมากเกินพอดี ความดันในระบบจะเท่ากับความดันณ ระดับที่อากาศสามารถไหลผ่านช่องเล็กๆ กลางระบบท่อ กักอากาศ ซึ่งเป็นความดันของน้ำรวมกับความกดอากาศ อุปกรณ์วัดความดันที่ติดตั้งบนฝั่งจะสามารถวัดความดันนี้ และคำนวนเป็นความสูงของระดับน้ำได้ โดยอาจแยกวัดความกดอากาศต่างหาก หรือมีท่อเปิดให้อากาศผ่านอย่างอิสระแล้ววัดความดันที่แตกต่างกันได้โดยตรงได้

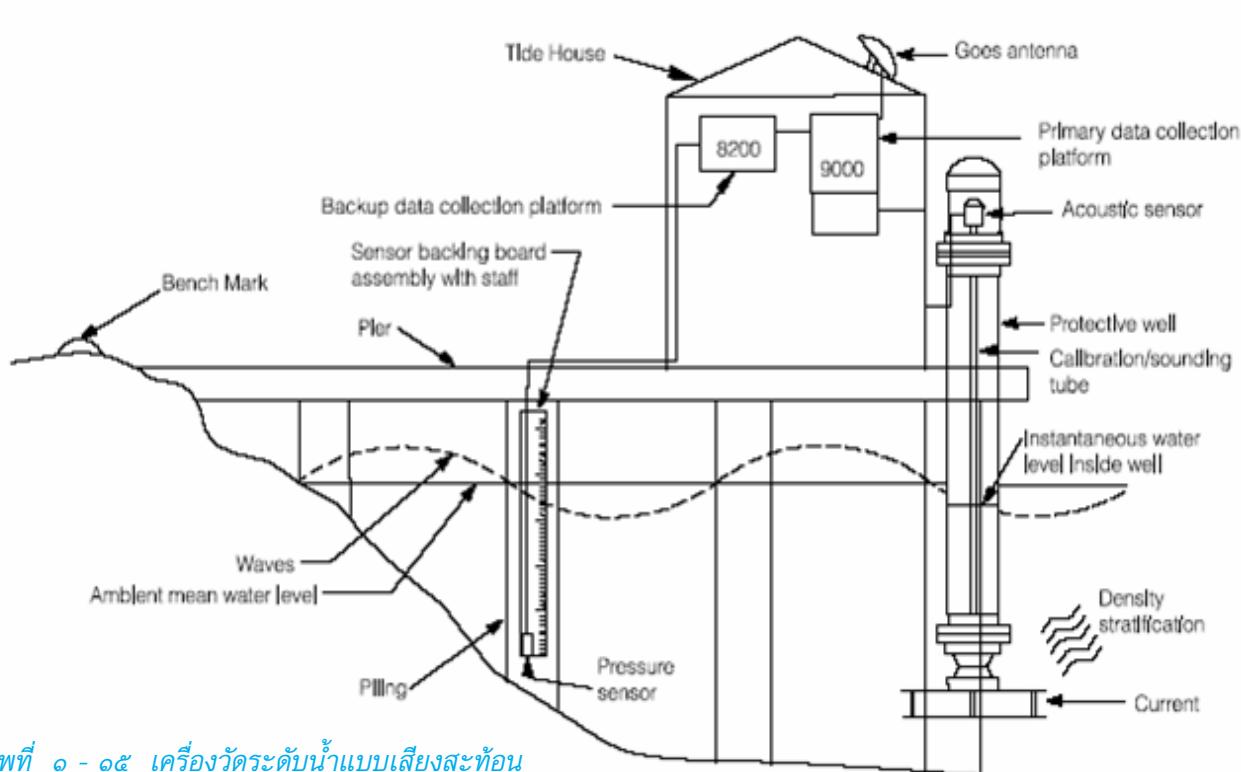
๑.๓.๒ Pressure Sensor Gauge เป็นระบบที่หัววัดความดันติดตั้งใต้น้ำโดยตรง ซึ่งเชื่อมต่ออุปกรณ์สนับสนุนเหนือน้ำทางเคเบิลส่งข้อมูลและกำลังไฟฟ้า ซึ่งอาจวัดความดันล้มบูรณาหรือมีท่อเปิดให้อากาศผ่านอย่างอิสระแล้ววัดความดันที่แตกต่างกันได้เช่นเดียวกับ Pneumatic Bubbler Gauge หัวตรวจวัดมีราคาไม่สูงจะเป็น Strain Gauge หรือ Ceramic การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความด้านทานหรือความจุ ในส่วนที่เปิดรับความดัน ระบบที่มีความแม่นยำสูงที่สุดคือระบบที่ใช้ แร่ควอทซ์ เป็นต้นสำนักงานที่เมื่อแร่ได้รับความดันซึ่งเป็นระบบที่มีราคาสูงที่สุดด้วย



ภาพที่ ๑ - ๐๔ เครื่องวัดระดับน้ำแบบวัดความดัน
ชนิด Pressure Sensor Gauge

๑.๓.๓ เครื่องวัดระดับน้ำแบบเสียงสะท้อน

เป็นเครื่องวัดระดับน้ำที่ประกอบด้วย หัวส่งคลื่นเสียงไปยังผิวน้ำ คลื่นเสียงจะสะท้อนกลับมาอย่างภาครับ เมื่อวัดเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางจากอุปกรณ์ส่งและเดินทางกลับมาอย่างอุปกรณ์ภาครับ และหากทราบความเร็วเสียงในน้ำ เวลาตรวจวัดระดับน้ำ จะสามารถคำนวนหาระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางได้ ในทางทฤษฎีแล้ว เครื่องวัดระดับน้ำแบบนี้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเหนือน้ำได้ อย่างไรก็ตาม หากผิวน้ำมีคลื่นมาก ลัญญาณที่สะท้อนกลับอาจไม่สมบูรณ์ได้ และเนื่องจากความเร็วเสียงมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (0.07% ต่อ 1 องศาเซลเซียส) ดังนั้น จึงนิยมติดตั้งในท่อที่สามารถลดคลื่นได้และป้องกันอุปกรณ์ส่ง - รับ คลื่นเสียงได้ และมีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ สามารถตลอดความยาวท่อ วิธีที่ให้ผลที่แม่นยักษ์คือ ติดแผ่นสะท้อนเสียงที่ระยะห่างที่แน่นอนเพื่อสามารถปรับเทียบความเร็วเสียงได้โดยตรง



ภาพที่ ๐ - ๐๔ เครื่องวัดระดับน้ำแบบเสียงสะท้อน

๐.๓.๔ เครื่องวัดระดับน้ำแบบเรดาร์

เป็นเครื่องวัดระดับน้ำที่มีหลักการทำงานแบบเดียวกับเครื่องวัดระดับน้ำแบบเสียงสะท้อน แต่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแทนคลื่นเสียง มีข้อได้เปรียบที่สำคัญคือ อุณหภูมิ และความดันอากาศมีผลต่อความเร็วคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าน้อยมาก แต่มีข้อเสียที่สำคัญคือ โดยทั่วไปจะมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการติดตั้งระบบวัดระดับน้ำในที่ชื้นห่างจากแหล่งพลังงานที่เหมาะสม

เนื่องจากเครื่องวัดระดับน้ำ แต่ละแบบมีจุดเด่นจุดด้อยที่แตกต่างกัน การเลือกแบบเครื่องวัดระดับน้ำที่จะใช้งาน จึงต้องคำนึงถึงข้อจำกัดทั้งหลายเหล่านี้ อย่างไรก็ตาม ผลจากการใช้เครื่องวัดระดับน้ำหลากหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้มีโอกาสเลือกใช้แบบที่เหมาะสมกับงานของตนซึ่งดีกว่าพึ่งเครื่องวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอยแบบเดียวเช่นในอดีต และไม่ใช่ลิ่งที่แปลง ที่บางแห่งจะมีการใช้เครื่องวัดระดับน้ำหลายแบบในสถานที่เดียวกัน ซึ่งจุดเด่นของเครื่องวัดระดับน้ำแบบหนึ่ง สามารถชดเชยจุดด้อยของอีกแบบหนึ่งได้ ซึ่งพบรได้ทั่วไป กรณีที่ต้องการข้อมูลระดับน้ำที่มีความถูกต้องสูงมาก เช่น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในระยะยาว เป็นต้น

๙ ๙ ๙ ๙ ๙ ๙ ๙



บทที่ ๒

งานระดับน้ำและหน่วยงานที่รับผิดชอบในการตรวจวัดระดับน้ำในน่านน้ำไทย

การตรวจวัดระดับน้ำในประเทศไทยมีหลายหน่วยงานที่รับผิดชอบ แต่ละหน่วยงานใช้ข้อมูลระดับน้ำในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไปและมีการแลกเปลี่ยน หรือใช้ประโยชน์ของข้อมูลร่วมกันระหว่างหน่วยงาน นอกจากนั้นยังร่วมมือกับประเทศไทยต่างๆ ในภูมิภาคในการตรวจวัดระดับน้ำ และใช้ข้อมูลร่วมกันเพื่อศึกษาเรื่องระดับน้ำและกระแสในภาพรวมของภูมิภาคด้วย

๒.๑ การตรวจวัดระดับน้ำในภูมิภาคอาเซียน

การตรวจวัดระดับน้ำในภูมิภาคอาเซียน เป็นโครงการร่วมระหว่างประเทศไทยในแบบอาเซียนประกอบด้วยประเทศไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย พลิบปินส์ สิงคโปร์ และไทย กับประเทศออสเตรเลีย โดยประเทศออสเตรเลีย เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายให้ทั้งหมด และแบ่งระยะเวลาการทำงานออกเป็น ๒ ช่วงคือ ช่วงที่ ๑ เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๕๗ - ๒๕๖๒ (ค.ศ.๑๙๘๖-๑๙๙๑) ภายใต้ชื่อโครงการ Tides and Tidal Phenomena (TTP) ช่วงที่ ๒ เป็นการทำงานต่อจากช่วงที่ ๑ โดยเปลี่ยนชื่อโครงการใหม่เป็นโครงการ Regional Ocean Dynamics (ROD) เริ่มโครงการปี พ.ศ.๒๕๕๓ - ๒๕๖๕ (ค.ศ.๑๙๘๐-๑๙๙๒) นอกจากนั้นยังขยายงานโครงการ ROD ออกไปเป็นการตรวจกระแส (Current Metering Element : CME) เพื่อศึกษาการไหลเวียนของกระแสระหว่างมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย ผ่านทางช่องแคบมะละกา โดยเริ่มดำเนินงานต่อจากช่วงที่ ๒ คือ ในปี พ.ศ.๒๕๖๖ - ๒๕๖๗ (ค.ศ.๑๙๘๗-๑๙๙๔)

๒.๑.๑ โครงการ Tides and Tidal Phenomena (TTP)

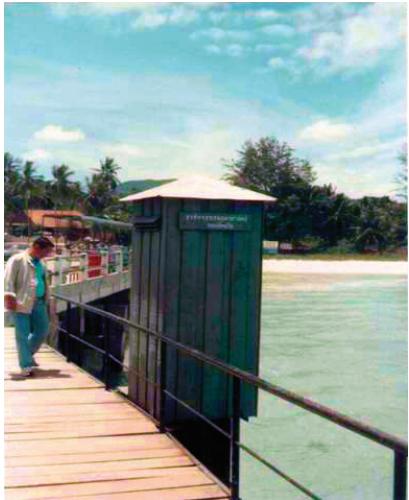
เป็นโครงการภายใต้ความร่วมมือทางด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล ระหว่างกลุ่มประเทศอาเซียนกับออสเตรเลีย (ASEAN - Australia Economic Cooperative Programme, Marine Sciences) ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๒๕๖๒ (ค.ศ. ๑๙๘๖-๑๙๙๑) โดยโครงการอยู่ภายใต้คณะกรรมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของอาเซียน และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติของไทย เนื่องจากกรมอุทกศาสตร์มีหน้าที่ดูแลการตรวจวัดและทำนายระดับน้ำในทะเล โครงการฯ จึงขอความร่วมมือจากกองทัพเรือให้เข้าร่วมโครงการ โดยกองทัพเรืออนุมัติให้กรมอุทกศาสตร์เข้าร่วมโครงการ Tides and Tidal Phenomena เมื่อวันที่ ๑ เมษายน พ.ศ.๒๕๕๗ โดยรัฐบาลออสเตรเลีย เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายให้ทั้งล้วน

วัตถุประสงค์ของโครงการฯ คือ ติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำ และจัดทำเครื่องขยายเครื่องวัดระดับน้ำ เพื่อใช้ในกิจกรรมการเดินเรือในเขต่นน้ำของกลุ่มประเทศอาเซียน แลกเปลี่ยนข้อมูลชั้นกันและกันระหว่างกลุ่มประเทศอาเซียนและออสเตรเลีย โดยประเทศไทยในกลุ่มอาเซียนที่เข้าร่วมโครงการคือ บруไน อินโดนีเซีย มาเลเซีย พลิบปินส์ สิงคโปร์ และไทย แผนงานสำคัญของโครงการในส่วนของประเทศไทยคือ ให้กรมอุทกศาสตร์ทำหน้าที่ดำเนินงานการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน รวม ๕ สถานี คือ

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| ก. สถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมาชาติ | จ. ตราด |
| ข. สถานีวัดระดับน้ำเกาะมัตโน | จ. ชุมพร |
| ค. สถานีวัดระดับน้ำเกาะสมุย | จ. สุราษฎร์ธานี |
| ง. สถานีวัดระดับน้ำเกาะหมู | จ. สงขลา |
| จ. สถานีวัดระดับน้ำแหลมพันวา | จ. ภูเก็ต |

ເຄື່ອງນື້ອທີ່ໃຊ້ໃນການວັດຮະດັບນ້ຳທັ້ງ ๕ ສຕານີ ມີ ແບນ ຄື່ອ

ກ. ເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳແບນໃຊ້ຄວາມກົດ (Pressure Type, Endeco ១០២៥ WLR)



ພາບທີ່ ៤-១
ສຕານີວັດຮະດັບນ້ຳເກະສມຸຍ

ខ. ເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳແບນຖຸນລອຍ (LS / Aຕ່ອ) ບັນທຶກຂໍ້ມູນລົງບນກະດາຊກົງແລະບນໍາເຫດລອຍ (EMS ຕອງ Data Logger)

ນອກຈາກການຕິດຕັ້ງເຄື່ອງນື້ອວັດຮະດັບນ້ຳແລ້ວ ໂຄງການ ຍັງຈັດໄທມີການຝຶກອບຮມ ຮວມ ແລ້ວ ຄົງ ດີ ການຝຶກອບຮມເສີງປົງປົງປົງກົດການເກີ່ວກັບການຕິດຕັ້ງແລະນຳມົງຮຸກເຮົາເຄື່ອງນື້ອວັດຮະດັບນ້ຳທີ່ປະເທດລົງໂປຣ ເມື່ອວັນທີ ២០ - ២៥ ຕຸລາຄົມ ພ.ສ.២៥២៥ ໂດຍມີ ນາວາຕີ ສມານ ອ່ວມຈັນທີ ແລະ ນາວາຕີ ທ້າມໆ ຊະຫຼຸງໆ ບັນຫຼາມ ເປັນຜູ້ເຂົ້າຮັບການອບຮມ ແລະການຝຶກອບຮມ (On The Job Training) ເກີ່ວກັບການວິເຄຣາທີ່ແລະທໍານາຍຮະດັບນ້ຳທີ່ປະເທດອອສເຕຣເລີຍ ເມື່ອວັນທີ ៩ ມິຖຸນາຍັນ ພ.ຕ.២៥៣០ ຮະຍະເວລາ ៨ ເດືອນ ໂດຍມີ ນາວາຕີ ສຸຽພລ ຕາປະນານທີ່ ເປັນຜູ້ເຂົ້າຮັບການອບຮມ

៤.១.២ ໂຄງການ Regional Ocean Dynamics (ROD)

ເປັນໂຄງການຕ່ອງເນື່ອມາຈັກໂຄງການ Tides and Tidal Phenomena (TTP) ໂດຍເມື່ອດຳເນີນການວັດຮະດັບນ້ຳຄຽນ ၃ ປີ ໃນເດືອນມິຖຸນາຍັນ ພ.ສ.២៥៣២ ແລ້ວ ຄະນະກຽມການບົງລິຫານໄດ້ມີມົດຂອງໄທປະເທດອອສເຕຣເລີຍສັນບສຸນນົງປະມານພື້ນຂອງຍາຍຮະເວລາດຳເນີນການຕ່ອງໄປອີກ ၃ ປີ ດີ ໃນປີ ພ.ສ. ២៥៣៣ - ២៥៣៥ (គ.ສ.១៩៣០-១៩៣២) ໂດຍມີວັດຖຸປະສົງປົງປົງກົດການເກີ່ວກັບການວັດຮະດັບນ້ຳທະເລໃນເຂດອາເຊີນວິເຄຣາທີ່ທ້າວີທີ່ພົບພັນການເກີດຮະດັບນ້ຳຈາກອິທີພົບພັນອື່ນໆ ທີ່ໄໝໃໝ່ທາງດາරາສາສົກ ນອກຈາກນັ້ນຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ນີ້ຢັງສາມາດນຳໄປວິເຄຣາທີ່ລ້ວງແບນຈໍາລອງທາງຄົນິຕົກສາສົກ (Numerical Model) ເພື່ອສຶກສາເກີ່ວກັບການໄຫລເວີຍນຂອງກະແສນ້ຳທີ່ເກີດຈາກອິທີພົບພັນຂອງຮະດັບນ້ຳ ທີ່ຈະເປັນປະໂຍ້ນທີ່ຕ່ອງການເດີນເວົ້າແລະການເປີ່ມຕົວແປ່ງຍາຍື່ງທະເລໃນບົງລິຫານນີ້ເປັນອ່ານຸ່ມາ ໃນລ່ວນຂອງປະເທດໄທກະທຽບວິທີກາສົກທີ່ເປັນໂຄງການໄຫລເວີຍນຈໍາເປັນໂຄງການ ລຳນັກງານຄະນະກຽມກາລິ່ງແວດລ້ອມແທ່ງໜາດີເປັນຜູ້ປະລາງງານໂຄງການແລະກອງທັກເວື້ອ ໂດຍກຽມອຸທກສາສົກເປັນຜູ້ປົງປົງກົດການດຳເນີນການຂອງໂຄງການ ປະກອບດ້ວຍການຮັບຮົມຂໍ້ມູນຮະດັບນ້ຳຈາກສຕານີວັດຮະດັບນ້ຳໃນໂຄງການ Tides and Tidal Phenomena ແລະຈັດສິ່ງໃຫ້ National Tidal Facility (NTF) ມາວິທາລ້າຍ Flinders ປະເທດອອສເຕຣເລີຍ ທີ່ຈະທຳනັ້ນທີ່ຈົບປັດການຮັບຮົມຂໍ້ມູນຂອງປະເທດສາມາຝຶກໃນໂຄງການໄວ້ໃນຄລັງຂໍ້ມູນເພື່ອການວິເຄຣາທີ່ແລະວິຈັຍຕ່ອງໄປ ນອກຈາກການຕັດຕັ້ງຮະດັບນ້ຳດ້າມທີ່ກ່າວມາແລ້ວ ທີ່ປະໜຸມຍັງອຸ່ນມຸດຕິແພນຂໍ້ມູນໃນການໂຄງການ ROD ອອກໄປອີກ ២ ປີ ຈົນຖືປີ ພ.ສ. ២៥៣៧ (គ.ສ.១៩៣៥) ເພື່ອຕັດຕັ້ງການຮັບຮົມຂໍ້ມູນຂອງກະແສນ້ຳ (Current Metering Element : CME) ແລະສຶກສາການໄຫລເວີຍນຂອງມາລັ້ນທີ່ກ່າວມາຮ່ວມມືການຮັບຮົມຂໍ້ມູນຂອງປະເທດສາມາຝຶກໃນໂຄງການໄວ້ໃນຄລັງຂໍ້ມູນເພື່ອການວິເຄຣາທີ່ແລະວິຈັຍຕ່ອງໄປ ນອກຈາກການຕັດຕັ້ງຮະດັບນ້ຳດ້າມທີ່ກ່າວມາແລ້ວ ທີ່ປະໜຸມຍັງອຸ່ນມຸດຕິແພນຂໍ້ມູນໃນການໂຄງການ ROD ອອກໄປອີກ ២ ປີ ຈົນຖືປີ ພ.ສ. ២៥៣៨ (គ.ສ.១៩៣៥) ເພື່ອຕັດຕັ້ງການຮັບຮົມຂໍ້ມູນຂອງກະແສນ້ຳ (Current Metering Element : CME) ແລະສຶກສາການໄຫລເວີຍນຂອງມາລັ້ນທີ່ກ່າວມາຮ່ວມມືການຮັບຮົມຂໍ້ມູນຂອງປະເທດສາມາຝຶກໃນໂຄງການໄວ້ໃນຄລັງຂໍ້ມູນເພື່ອການວິເຄຣາທີ່ແລະວິຈັຍຕ່ອງໄປ ນອກຈາກການຕັດຕັ້ງຮະດັບນ້ຳດ້າມທີ່ກ່າວມາແລ້ວ ທີ່ປະໜຸມຍັງອຸ່ນມຸດຕິແພນຂໍ້ມູນໃນການໂຄງການ ROD (Project Management Committee Meeting) ຕິດຕະພາບຮະດັບນ້ຳ ၃ ປີ (ປຶກປະມານ ២៥៣៣ - ២៥៣៥) ມີການປະໜຸມທັງໝົດ ៦ ຄົງ ໂດຍມີຮາຍລະເອີຍດໃນການປະໜຸມພອສຽບໄດ້ດັ່ງນີ້ ດີ່ອ

ຄົງທີ່ ១ ປະໜຸມໃນປະເທດໄທ ເມື່ອວັນທີ ២៥ ພຸດຍ ຈົນຖືປີ ພ.ສ. ២៥៣៥ ທີ່ເມື່ອງພັກພະເທດ ຜູ້ແທນປະເທດໄທທີ່ເຂົ້າຮັບການປະໜຸມກົດການວັດຮະດັບນ້ຳ ນາວາເອກ ສມໍາເນົາ ຖື່ນ ຖື່ນ ປູ້ອໍານວຍການກອງມາຕຽນຄຸນກາພລິ່ງແວດລ້ອມ ລຳນັກງານຄະນະກຽມກາລິ່ງແວດລ້ອມແທ່ງໜາດີ (ສວລ.) ນອກຈາກນີ້ ກຽມອຸທກສາສົກ ຍັງລັງນາຍທ່ານເຂົ້າຮັບການປະໜຸມກົດການວັດຮະດັບນ້ຳ ດີ່ອ ນາວາໂທ ວິຊ້ ພັນຊີ່ພຸກໝໍ



๑๖

ระดับน้ำ ในบ้านน้ำไทย

ประจำเดือนคัลเลอร์วันสักการะอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๕๖ ปี

นาวาโท สุรพล ตาปานานนท์ นาวาโท ชาญชันะ บัวเทพ และ นาวาตรี วิรุพห์ โชติบุตร

ครั้งที่ ๒ ประชุม ณ เมืองนาหลี ประเทศไทยในเดือนมีนาคม พ.ศ.๒๕๓๗ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุม คือ นาวาเอก สมหมาย ภูมิพล ผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ และ นายวัฒนา สุขเกษม กองมาตรฐานคุณภาพลิ่งแวดล้อม สวล.

ครั้งที่ ๓ ประชุม ณ เมืองเชียง ประเทศพิลิปปินส์ เมื่อวันที่ ๕ - ๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๓๘ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุม คือ นาวาเอก จร ศิลา ผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ และนายวัฒนา สุขเกษม กองมาตรฐานคุณภาพลิ่งแวดล้อม สวล.

ครั้งที่ ๔ ประชุม ณ เมืองบันดาเสรีเบกาวัน ประเทศบруไน เมื่อวันที่ ๒๓ - ๒๕ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๓๙ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุม คือ นาวาเอก วิชัย พันธุ์พุกษ์ รองผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ นาวาตรี วิรุพห์ โชติบุตร และ นายวิจารณ์ สิมาฉายา กองมาตรฐานคุณภาพลิ่งแวดล้อม สวล.

ครั้งที่ ๕ ประชุม ณ เมืองแอตแลนติค ประเทศอสเตรเลีย เมื่อวันที่ ๒๓ - ๒๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๓๙ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุม คือ พลเรือโท สมหมาย ภูมิพล เจ้ากรมอุทกศาสตร์

ครั้งที่ ๖ ประชุม ณ ประเทศสิงคโปร์ เมื่อวันที่ ๒๐ - ๒๕ กันยายน พ.ศ.๒๕๓๙ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุม คือ พลเรือโท สมหมาย ภูมิพล เจ้ากรมอุทกศาสตร์ และ นายวัฒนา สุขเกษม กองจัดการคุณภาพน้ำ กรรมควบคุมมลพิษ และกรมอุทกศาสตร์ ได้จัดส่งผู้แทนจำนวน ๒ ราย เข้าร่วมสัมมนาทางวิชาการในหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ROD ในงานนิทรรศการลับดาห์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งอาเซียน ครั้งที่ ๓ ซึ่งจัดพร้อมกับการประชุมดังกล่าวคือ นาวาเอก วิชัย พันธุ์พุกษ์ รองผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ และ นาวาโท จรินทร์ บุญเหมาะ หัวหน้าแผนกสมุทรศาสตร์สภากายะ กองสมุทรศาสตร์

จากการประชุมคณะกรรมการบริหาร ครั้งที่ ๖ ผู้แทนอสเตรเลียยืนยันต่อที่ประชุมว่าประเทศไทย อสเตรเลียจะให้การสนับสนุนโครงการ ROD ที่จะขยายระยะเวลาในการดำเนินโครงการต่อไปอีก ๓ ปี โดยเพิ่มกิจกรรมการตรวจกระแสน้ำในช่องแคบมะละกา และหมู่เกาะอินโดนีเซีย เข้าไปด้วย นอกจากการประชุมคณะกรรมการบริหารโครงการ ROD แล้วยังมีการประชุมเชิงปฏิบัติการว่าด้วยเครื่องมือที่ใช้ในโครงการ (Workshop on Equipment) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์การทำงานของเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา โครงการ ได้จัดส่ง นาวาโท สุรพล ตาปานานนท์ เข้าร่วมประชุม เมื่อวันที่ ๒๐ - ๒๕ มีนาคม พ.ศ.๒๕๓๗ และการฝึกอบรมอุทกศาสตร์ (Hydrographic Training Programme) กรมอุทกศาสตร์ได้ส่ง นาวาตรี กตัญญู ครีตั้งนันท์ ไปฝึกอบรมระหว่างวันที่ ๕ กุมภาพันธ์ - ๒ มีนาคม พ.ศ.๒๕๓๙

๒.๑.๓ โครงการตรวจกระแสน้ำ (Current Metering Element : CME)

จากมติที่ประชุมคณะกรรมการบริหารโครงการ ROD ให้เพิ่มงานตรวจกระแสน้ำ ในช่องแคบมะละกา และบริเวณหมู่เกาะอินโดนีเซีย เพื่อศึกษาการไหลเวียนของมวลน้ำระหว่างมหาสมุทรแปซิฟิก และมหาสมุทรอินเดีย โดยกองทัพเรือได้อนุมัติเมื่อ วันที่ ๑๕ มกราคม พ.ศ.๒๕๓๖ ให้กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดำเนินการโครงการ ROD ต่อไปอีก ๓ ปี (พ.ศ.๒๕๓๖ - ๒๕๓๙) ตามที่กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม แห่งชาติ ผู้ประสานโครงการขอความร่วมมือ โดยโครงการเริ่มศึกษาการเคลื่อนตัวของมวลน้ำจากมหาสมุทรแปซิฟิกไปยังมหาสมุทรอินเดีย โดยผ่านน่านน้ำของประเทศไทยอินโดนีเซียเป็นหลัก การศึกษาใช้วิธีการตรวจกระแสน้ำโดยการวางทุ่นสำรวจประจำที่จำนวน ๕ ทุ่น โดยเริ่มดำเนินการวางทุ่นระหว่างมิถุนายน - กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๓๖ ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลประมาณ ๑ ปี เมื่อครบกำหนดได้ดำเนินการถอดทุ่นตรวจกระแสน้ำทั้งหมดระหว่างมิถุนายน - กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๓๗ ข้อมูลที่ได้เจ้าหน้าที่เอกสารลับของอินโดนีเซียเป็นผู้เก็บรวบรวม โดยในส่วน

ของประเทศไทยได้ส่ง นราฯ ภูวดล สว่างแสง และ นราฯ วิรัตน์ แก่นจันทร์ ไปร่วมในการติดตั้งเครื่องตรวจระดับน้ำในช่องแคบมะละกา และประเมินผลการสำรวจข้อมูลกระแสน้ำที่ประเทศอสเตรเลีย ระหว่างวันที่ ๒๐ กุมภาพันธ์ - ๒๔ เมษายน พ.ศ.๒๕๖๓

ในระหว่างดำเนินโครงการตรวจระดับน้ำ ได้มีการจัดประชุมคณะกรรมการบริหารโครงการรวม ๓ ครั้ง คือ ครั้งที่ ๑ ประชุม ณ จ.เชียงใหม่ ประเทศไทย เมื่อวันที่ ๒๐ - ๒๓ เมษายน พ.ศ.๒๕๖๓ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุม คือ นราฯ เอก วิชัย พันธุ์พุกษ์ ผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ นราฯ เอก สุรพล ตาปานานท์ ประจำกรมอุทกศาสตร์ ช่วยราชการกองสมุทรศาสตร์ และ นาง นิศากรณ์ โนมิตวัน ผู้อำนวยการกองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ

ครั้งที่ ๒ ประชุม ณ เมืองนาเกียว ประเทศพิลิปปินส์ เมื่อวันที่ ๓ มกราคม - ๔ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๓ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุมคือ นราฯ เอก วิชัย พันธุ์พุกษ์ ผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ และ นาย วัฒนา สุขเกษม กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ

ครั้งที่ ๓ ประชุม ณ ประเทศสิงคโปร์ เมื่อวันที่ ๒๒ - ๒๓ พฤษภาคม พ.ศ.๒๕๖๓ ผู้แทนประเทศไทยที่เข้าร่วมประชุมคือ นราฯ เอก วิชัย พันธุ์พุกษ์ ผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ และ นาย วัฒนา สุขเกษม กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ

สำหรับการประชุมครั้งที่ ๓ เป็นการประชุมครั้งสุดท้าย โดยประธานฯ ในที่ประชุมขอให้ประเทศไทยจัดส่งข้อมูลระดับน้ำไปยังศูนย์ข้อมูลของ NTF (National Tidal Facility) ประเทศอสเตรเลีย หลังจาก มิถุนายน พ.ศ.๒๕๖๓ ซึ่งเป็นวันสิ้นสุดโครงการ และยังขอให้ส่งข้อมูลระดับน้ำต่อไปจนถึงมิถุนายน พ.ศ.๒๕๖๔ หลังจากนั้นศูนย์ข้อมูลจะดำเนินการจัดส่งข้อมูลกลับไปยังประเทศไทยสมาชิกอาเซียน

๒.๒ การตรวจวัดระดับน้ำของกรมชลประทาน

การกิจหนิ่งของกรมชลประทานคือ การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน รวมทั้งการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย จึงต้องมีการตรวจวัดระดับน้ำตามแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำสำคัญต่างๆ จากหลักฐานพบว่า กรมชลประทานได้ตั้งเสาสำรวจระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณวัดพิกุลทอง บ้านท่าหาด อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท ตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๔๔๔ โดยมีการพัฒนาเครื่องมือตรวจน้ำรีโมทวัดระดับน้ำรีโมทมาจากการเสาะสำรวจระดับน้ำ เป็นเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบทุ่นลอย และ Remote Control ในปัจจุบันกรมชลประทานได้ติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำ ตามแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำ ต่างๆ ทั่วประเทศ มากกว่า ๕๐๐ สถานี

๒.๓ การตรวจวัดระดับน้ำของการท่าเรือแห่งประเทศไทย

การท่าเรือแห่งประเทศไทย ได้เริ่มการตรวจระดับน้ำมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๔๒ จนถึงปัจจุบัน และได้พัฒนางานด้านการตรวจระดับน้ำรีโมทมา เริ่มต้นจากเครื่องมือตรวจน้ำแบบทุ่นลอย มาเป็นแบบดิจิตอลติดตั้งควบคู่กัน ในปัจจุบันการท่าเรือแห่งประเทศไทย ตรวจวัดระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา และในเขตท่าเรือของการท่าเรือแห่งประเทศไทยซึ่งมีสถานีวัดระดับน้ำที่สำคัญที่ทางกรมอุทกศาสตร์ ได้ขอความร่วมมือและรับการสนับสนุนข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และดำเนินการทำนายน้ำ รวม ๔ สถานี คือ สถานีวัดระดับน้ำเกาะลีชง สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือกรุงเทพ สถานีวัดระดับน้ำป้อมพระจุลจอมเกล้า และสถานีวัดระดับน้ำลันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยสถานีวัดระดับน้ำของการท่าเรือแห่งประเทศไทยที่กรมอุทกศาสตร์นำข้อมูลมาวิเคราะห์และทำนายน้ำมีดังนี้

๒.๓.๑ สถานีวัดระดับน้ำทางลีชั้ง จ.ชลบุรี

เครื่องวัดระดับน้ำ ชนิด A.OTT หมายเลข ๒๔๕๗

ผลิตโดย บริษัท A.OTT, Kempten, ประเทศเยอรมัน

ชื่อเมื่อ วันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๔๑

เริ่มเปิดทำการ วันอังคารที่ ๒ พฤษภาคม พ.ศ.๒๕๔๒

ใช้มาตราส่วน ๑ : ๒๐

ผู้อำนวยการสร้าง นาวาเอกพระยาฤทธิเดชชลขันธ์

๒.๓.๒ สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือกรุงเทพ จ.กรุงเทพมหานคร

เครื่องวัดระดับน้ำ ชนิด A.OTT หมายเลข ๑๑๙

ผลิตโดย บริษัท A.OTT, Kempten, ประเทศเยอรมัน

ชื่อเมื่อ วันที่ ๑๐ มีนาคม พ.ศ.๒๕๔๓ ราคา ๓๗,๗๕๐ บาท

ตำแหน่งที่ กิโลเมตรที่ ๒๖.๙ อ.พระโขนง จ.กรุงเทพมหานคร

ละติจูด ๐๓° ๔๙' ๘๐.๕" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๐° ๓๕' ๐๙" ตะวันออก

ใช้มาตราส่วน ๑ : ๒๐

๒.๓.๓ สถานีวัดระดับน้ำป้อมพระจุลจอมเกล้า จ.สมุทรปราการ

เครื่องวัดระดับน้ำ ชนิด A.OTT หมายเลข ๒๔๕๕

ผลิตโดย บริษัท A.OTT, Kempten, ประเทศเยอรมัน

ชื่อเมื่อ วันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๔๑

ตำแหน่งที่ สะพานท่าเที่ยบเรืออู่หารเรือพระจุลจอมเกล้า อ.เมือง จ.สมุทรปราการ

ละติจูด ๐๓° ๓๓' ๐๙" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๐° ๓๕' ๔๔" ตะวันออก

๒.๓.๔ สถานีวัดระดับน้ำสันدونปากแม่น้ำเจ้าพระยา จ.สมุทรปราการ

เครื่องวัดระดับน้ำ ชนิด A.OTT

ผลิตโดย บริษัท A.OTT, Kempten, ประเทศเยอรมัน

ชื่อเมื่อ วันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๔๑

ตำแหน่งที่ สันدونปากแม่น้ำเจ้าพระยา อ.เมือง จ.สมุทรปราการ

ละติจูด ๐๓° ๒๖' ๔๔.๔๗" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๐° ๓๕' ๕๕.๖๒" ตะวันออก

ตัวเรือนสถานี ลักษณะคอนกรีตเสริมเหล็ก ๓ ด้าน มีประตูเหล็กเป็นบานเปิด - ปิด ตั้งภายในกระโจมไฟฟ้า "J"

๒.๔ การตรวจวัดระดับน้ำของกรรมการขันส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี

การกิจที่สำคัญประการหนึ่งของกรรมการขันส่งทางน้ำและพาณิชยนาวีคือการตรวจวัดระดับน้ำในแม่น้ำต่างๆ และท่าเรือของกรรมการขันส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการชุดลงกลาด้น้ำและท่าเรือโดยสถานีวัดระดับน้ำที่ทางกรมอุทกศาสตร์ขอรับการสนับสนุนข้อมูลระดับน้ำนำมารวิเคราะห์และทำนายน้ำลงในหนังสือมาตราฐาน รวม ๑๒ สถานี ทั้งนี้ประวัติสถานีวัดระดับน้ำของกรรมการขันส่งทางน้ำและพาณิชยนาวีที่กรมอุทกศาสตร์นำมาข้อมูลมาไว้เคราะห์และทำนายน้ำ มีดังนี้

๒.๔.๑ สถานีวัดระดับน้ำปากน้ำแม่กลอง จ.สมุทรสงคราม

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA หมายเลข ๕๖๐๒
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ชื่อเมือง	ปี พ.ศ. ๒๕๗๓ ราคา ๕๐,๐๐๐.- บาท
ตำบลที่	วัดครัวทวาราม อ.เมือง จ.สมุทรสงคราม ละติจูด ๑๓° ๒๒' ๓๖" เหนือ ลองจิจูด ๘๘° ๔๔' ๔๔" ตะวันออก
ตัวเรือนสถานี	ลักษณะเป็นตัวเรือนไม้ หลังคาทรงปั้นหยา ท่อบังคับทุ่นloyเป็นท่อ PVC ขนาดเล็กผ่าศูนย์กลาง ๔ นิ้ว
เริ่มเปิดทำการ	วันเลขที่ ๕ สิงหาคม พ.ศ.๒๕๗๔
ใช้มาตราส่วน	๑ : ๒๐

๒.๔.๒ สถานีวัดระดับน้ำปากน้ำท่าเจ็น จ.สมุทรสาคร

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA หมายเลข ๖๔๗๐
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ตำบลที่	หน้าวัดครัวสุธรรม (วัดกำพร้า) อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ละติจูด ๑๓° ๓๐' ๓๕" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๐° ๑๖' ๔๐" ตะวันออก
เริ่มเปิดทำการ	วันที่ ๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๗๕
ใช้มาตราส่วน	๑ : ๒๐

๒.๔.๓ สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือน้ำลึก จ.กรุงเทพฯ

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA หมายเลข ๒๒๕๐
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ชื่อเมือง	ปี พ.ศ. ๒๕๗๔ ราคา ๕๐,๐๐๐.- บาท
ตำบลที่	ท่าเรือน้ำลึก อ.เมือง จ.กรุงเทพฯ ละติจูด ๕° ๐๕' ๓๗.๗๗" เหนือ ลองจิจูด ๘๘° ๔๔' ๓๒.๗๔" ตะวันออก
เริ่มเปิดทำการ	วันที่ ๑๒ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๗๕
ใช้มาตราส่วน	๑ : ๒๐

๒.๔.๔ สถานีวัดระดับน้ำปากน้ำระยอง จ.ระยอง

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA แบบตั้ง หมายเลข ๒๒๕๓
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ชื่อเมือง	ปี พ.ศ. ๒๕๗๓
ตำบลที่	ปากน้ำระยอง อ.เมือง จ.ระยอง ละติจูด ๑๙° ๓๙' ๓๐" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๐° ๑๖' ๒๔" ตะวันออก
สร้างเสร็จ	วันที่ ๑๓ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๗๓
เริ่มเปิดทำการ	วันที่ ๑ มกราคม พ.ศ.๒๕๗๐
ใช้มาตราส่วน	๑ : ๒๐



๒๐

ຮະດັບນໍ້າ ໃນບ່ານນໍ້າໄກຍ

ນໍ້າລົກວະຄລ້າວັນສຕາປາກຄອມອຸທກຄາສຕິ ຄວບອອນ ສູງປີ

ແກ.๔.๕ ສຖານີວັດຮະດັບນໍ້າປາກພັນຈະ ຈ.ນົກຄຽມຮຣມຮາຊ

ເຄື່ອງວັດຮະດັບນໍ້າ	ໜົນິດ SEBA ມາຍເລຂ ៥.០១.១/៤០
ຜລິຕິໂດຍ	ປະເທດເຢອມນີ
ຊື່ເນື້ອ	ປີ ພ.ສ. ២៥៤០ ວັດທະນາ ៣៨,៥០០.- ບາທ
ຕຳມາລີ່	ອ.ປາກພັນຈະ ຈ.ນົກຄຽມຮຣມຮາຊ ລະຕິຈຸດ ០៥° ៤៥' ០៥.៦៥" ແນບກ ລອງຈິຈຸດ ៥៥° ៣៥' ៤៥.៣៥" ຕະວັນອອກ ວັນທີ ២៦ ພຶສພາຍນ ພ.ສ.២៥៤០
ສ້າງເສົ້າ	ວັນພຸດທີ ១ ພຶສພາກມ ພ.ສ.២៥៤០
ເຮີ່ມເປີດທໍາການ	ວັນພຸດທີ ១ : ២០
ໃຊ້ມາຕາຮາສ່ວນ	

ແກ.៤.៦ ສຖານີວັດຮະດັບນໍ້າປາກນໍ້າຮະນອງ ຈ.ຮະນອງ

ເຄື່ອງວັດຮະດັບນໍ້າ	ໜົນິດ SEBA ມາຍເລຂ ៦៥៤១
ຜລິຕິໂດຍ	ປະເທດເຢອມນີ
ຊື່ເນື້ອ	ປີ ພ.ສ. ២៥៤១ ວັດທະນາ ១៤៥,០០០.- ບາທ
ຕຳມາລີ່	ບຣິເວນເກະຄອນທີ ຕ.ປາກນໍ້າ ອ.ເມືອງ ຈ.ຮະນອງ (ໂດຍຮັບໂອນຈາກການອຸທກຄາສຕິ) ລະຕິຈຸດ ០៥° ៤៥' ០៥.៦៥" ແນບກ ລອງຈິຈຸດ ៥៥° ៣៥' ៤៥.៣៥" ຕະວັນອອກ ວັນທີ ២៧ ມັງກອນ ພ.ສ.២៥៤១
ສ້າງເສົ້າ	ວັນພຸດທີ ១ ກຣກກວາມ ພ.ສ.២៥៤១
ເຮີ່ມເປີດທໍາການ	ວັນພຸດທີ ១ : ២០
ໃຊ້ມາຕາຮາສ່ວນ	

ແກ.៤.៧ ສຖານີວັດຮະດັບນໍ້າຄຸຮະບຸວີ ຈ.ພັງງາ

ເຄື່ອງວັດຮະດັບນໍ້າ	ໜົນິດ SEBA ມາຍເລຂ ៥.០១.២/៤០
ຜລິຕິໂດຍ	ປະເທດເຢອມນີ
ຊື່ເນື້ອ	ປີ ພ.ສ. ២៥៤០
ຕຳມາລີ່	ປາກນໍ້າຄຸຮະບຸວີ ອ.ຄຸຮະບຸວີ ຈ.ພັງງາ ລະຕິຈຸດ ០៥° ៣៧' ០៥" ແນບກ ລອງຈິຈຸດ ៥៥° ៤៥' ៣៦.៤០" ຕະວັນອອກ ວັນທີ ២៤ ມັນວາຄມ ພ.ສ.២៥៤០
ເຮີ່ມເປີດທໍາການ	ວັນທີ ១ : ២០
ໃຊ້ມາຕາຮາສ່ວນ	

ແກ.៤.៨ ສຖານີວັດຮະດັບນໍ້າກັນຕັ້ງ ຈ.ຕຽງ

ເຄື່ອງວັດຮະດັບນໍ້າ	ໜົນິດ SEBA ມາຍເລຂ ២៥៥៤
ຜລິຕິໂດຍ	ປະເທດເຢອມນີ
ຕຳມາລີ່	ແມ່ນໍ້າກັນຕັ້ງ ອ.ກັນຕັ້ງ ຈ.ຕຽງ ລະຕິຈຸດ ០៥° ៤៥' ៣៥.៣៥" ແນບກ ລອງຈິຈຸດ ៥៥° ៣០' ៤៥.៣៥" ຕະວັນອອກ ວັນທີ ១៩ ມັນວາຄມ ພ.ສ.២៥៤០
ເຮີ່ມເປີດທໍາການ	ວັນທີ ១៩ : ២០
ໃຊ້ມາຕາຮາສ່ວນ	

๒.๔.๙ สถานีวัดระดับน้ำปัตตานี จ.ปัตตานี

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA หมายเลข ๓๓๐๒
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ชื่อเมือง	ปี พ.ศ. ๒๕๘๗ ราคา ๕๐,๐๐๐.- บาท
ตำแหน่ง	ปากน้ำปัตตานี อ.เมือง จ.ปัตตานี
ละติจูด	๐๑° ๕๗' ๐๙.๗๙" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๑° ๔๕' ๓๖" ตะวันออก
เริ่มเปิดทำการ	วันพุธที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๘๗

๒.๔.๑๐ สถานีวัดระดับน้ำบางนรา จ.นราธิวาส

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA หมายเลข จท.๒๕๓๒
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ชื่อเมือง	ปี พ.ศ. ๒๕๓๒ ราคา ๕๐,๐๐๐.- บาท
ตำแหน่ง	บ้านพักประมง จ.นราธิวาส อ.เมือง จ.นราธิวาส
ละติจูด	๐๑° ๕๖' ๒๖.๗๙" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๑° ๔๔' ๓๓" ตะวันออก
เริ่มเปิดทำการ	วันที่ ๒๑ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๘๗
ใช้มาตราส่วน	๑:๑๐

๒.๔.๑๑ สถานีวัดระดับน้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA หมายเลข ๖๔๔๔
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ชื่อเมือง	ปี พ.ศ. ๒๕๓๖ ราคา ๗๐,๐๐๐.- บาท
ตำแหน่ง	บางปะกง อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา
ละติจูด	๐๓° ๐๗' ๐๐" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๑° ๐๐' ๒๗" ตะวันออก
เริ่มเปิดทำการ	วันที่ ๑๐ มีนาคม พ.ศ.๒๕๘๗
ใช้มาตราส่วน	๑ : ๒๐

๒.๔.๑๒ สถานีวัดระดับน้ำแหลมฉบัง จ.ตราด

เครื่องวัดระดับน้ำ	ชนิด SEBA หมายเลข ๖๔๖๗
ผลิตโดย	ประเทศไทย
ชื่อเมือง	ปี พ.ศ. ๒๕๔๑ ราคา ๑๓๑,๔๐๐.- บาท
ตำแหน่ง	สะพานท่าเที่ยบเรือแหลมฉบัง อ.แหลมฉบัง จ.ตราด
ละติจูด	๐๗° ๑๐' ๐๗" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๒° ๒๔' ๔๔" ตะวันออก
เริ่มเปิดทำการ	วันที่ ๓ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๘๗
ใช้มาตราส่วน	๑ : ๒๐

๒ ๒ ๒ ๒ ๒ ๒ ๒



สำนักงานคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

บทที่ ๓

งานระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

๓.๑ การตรวจวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์

การนำเรือขนาดใหญ่เข้ามาติดต่อค้าขายและขนส่งสินค้าตามท่าเรือในแม่น้ำเจ้าพระยา ในสมัยก่อนเรือจะต้องผ่านสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำตื้น จึงต้องทดสอบหรือเวลาดูน้ำขึ้นสูงพอที่เรือจะผ่านสันดอนปากแม่น้ำได้ ดังนั้นงานเกี่ยวกับการตรวจวัดระดับน้ำขึ้น น้ำลง และกระแสน้ำที่บริเวณสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อให้เรือทราบเวลาที่จะผ่านสันดอนได้จึงมีความสำคัญมากตั้งแต่เดิม ซึ่งงานด้านระดับน้ำในปัจจุบันนี้ จัดเป็นงานทางสมุทรศาสตร์อย่างหนึ่ง แต่ในระยะเริ่มแรกยังไม่เป็นที่รู้จักกันในประเทศไทย งานด้านสมุทรศาสตร์ในขณะนั้น อันได้แก่ การตรวจวัดระดับน้ำ กระแสน้ำ อัตราเวลาสำหรับเวลาดูน้ำขึ้น น้ำลง ลักษณะพื้นที่ห้องทะเล รูปร่างและลักษณะของขอบฝั่ง และลักษณะของหาด จึงแฝงอยู่ในงานสำรวจแผนที่ทะเล

เมื่อโรงเรียนนายเรือได้เปิดการศึกษาอย่างเป็นทางการ ในวันที่ ๒๐ พฤษภาคม พ.ศ.๒๔๔๙ พลเรือเอกพระเจ้าบรมวงศ์เธอพระองค์เจ้าอาภากรเกียรติวงศ์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ได้ทรงปรับปรุงหลักสูตรจากเดิมให้มีวิชาอุทกศาสตร์ ซึ่งในขณะนั้นเรียกว่า “ไฮdrography” ไว้ในหลักสูตรโรงเรียนนายเรือ โดยกำหนดให้ใช้คำรามราชนาวีอังกฤษแต่งโดย นาวาเอก รุ่นบินลัน อิกทั้งพระองค์ยังได้ทรงอำนวยการศึกษาและเป็นพระอาจารย์เอง การศึกษาด้านนี้จึงมีขึ้นในประเทศไทย

ในปี พ.ศ.๒๔๕๑ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่เรือต่างๆ ที่ต้องการทราบเวลาที่เรือจะผ่านสันดอนได้ล่วงหน้า จึงได้มีการนำแนวโน้มน้ำขึ้น น้ำลง ที่สันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยนาวาเอก R. Terresen ที่ปรึกษาฝ่ายการเดินเรือ และได้พิมพ์เป็นเล่มเรียกว่า “มาตรฐานน้ำสันดอน” ซึ่งเชื่อว่าเป็นมาตรฐานน้ำเล่มแรกของประเทศไทย ครั้นถึงปี พ.ศ.๒๔๖๓ แผ่นที่ ๗ กรมเสนาธิการทหารเรือ (ซึ่งต่อมาเป็นกองอุทกศาสตร์ทหารเรือ) จึงเริ่มการทำมาตรฐานน้ำเอง การคำนวณหรือทำนายน้ำในสมัยแรกนั้นใช้วิธีคำนวณ แบบ Non - harmonic

งานสมุทรศาสตร์ยังคงแทรกอยู่ในงานอุทกศาสตร์ โดยยังไม่มีการแบ่งแยกกันชัดเจนอีกนับเป็นหลังจากนั้นในปี พ.ศ.๒๔๗๒ ทางราชการได้จัดส่ง เรือเอก หลวงชลธารพฤฒิไกร (พงศ์ อาสนะเสน) และ เรือเอก หลวงสุภิลักษณ์ (สุภิ จันทมาล) ไปศึกษาวิชาอุทกศาสตร์ที่ U.S.Coast and Geodetic Survey สหรัฐอเมริกา ในโอกาสนี้ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์และทำนายน้ำซึ่งเป็นงานด้านสมุทรศาสตร์ด้วย จากการที่ได้ส่งนายทหารไปศึกษาเพิ่มเติมด้านนี้ ในปี พ.ศ.๒๔๗๗ กรมอุทกศาสตร์จึงได้เปลี่ยนวิธีคำนวณมาตรฐานน้ำจากแบบ Non - harmonic มาเป็นแบบ อาศรมอนิก แต่ขณะนั้นยังไม่มีเครื่องจักรทำนายน้ำจึงต้องส่งผลการตรวจวัดระดับน้ำไปวิเคราะห์และทำนายที่ U.S.Coast and Geodetic Survey (USC&GS) โดยต้องเลี้ยวค่าจั่งรายปี เมื่อวิเคราะห์และทำนายน้ำแล้ว จะส่งเป็นเลนกร้าฟกลับมาให้เจ้าหน้าที่กองสมุทรศาสตร์อดออมมาเป็นตัวเลขเพื่อเรียงพิมพ์

ในปี พ.ศ.๒๔๘๐ กรมอุทกศาสตร์ได้สร้างสถานีวัดระดับน้ำหน้ากรมอุทกศาสตร์ (ปัจจุบันคือสำนักงานเสนาธิการทหารเรือ) ซึ่งยังคงใช้งานต่อมาจนถึงปัจจุบัน โดยได้ติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำระบบ แอนะล็อก (Analog) แบบลูกกลอย (Floating Tide Gauge) ตราอักษร A.OTT และต่อมาในปี พ.ศ. ๒๔๘๒ กองสมุทรศาสตร์ ได้ทำการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติที่ประภาครสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นเครื่องแบบ A.OTT เริ่มเปิดเครื่องทำงานเมื่อวันที่ ๐๘ มิถุนายน พ.ศ.๒๔๘๒

ในปี พ.ศ.๒๔๘๗ ได้เริ่มส่งระดับน้ำท่าเรือเฉลี่ยประจำเดือนของสถานีสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา ให้สภากาลanolognym (International Hydrographic Bureau : IHB) ตามข้อตกลงในสหภาพประเทศสมาชิก และต่อมา

ก็ได้จัดส่งข้อมูลระดับทะเลเปานกลางของสถานีต่างๆ ๕ แห่ง คือ สันدونปากแม่น้ำเจ้าพระยา ป้อมพระจุลจอมเกล้า เกาะลีชั้ง เกาะหลัก และเกาะตะเกน้อย ให้สภากาลอุทกนิยม ปัจจุบันคือองค์กรอุทกศาสตร์สากล (International Hydrographic Organization : IHO) ทุก ๕ ปี จนถึงปัจจุบัน

สำหรับการทำนายน้ำที่สันدونปากแม่น้ำเจ้าพระยานั้น เนื่องจากยังไม่มีเครื่องจักรทำนายน้ำ จึงได้ให้ USC&GS กระทรวงพาณิชย์สหราชูปmerika คำนวณและทำนายให้ตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๔๔๑ ต่อมาเมื่อเกิดสิ่งความไม่สงบทางอากาศ เอเชียบูรพาขึ้น จึงขาดการติดต่อกับทางสหราชูปmerika ต้องขอให้กรมอุทกศาสตร์ญี่ปุ่นคำนวณให้ ซึ่งทางญี่ปุ่นก็ทำนายให้เพียงน้ำขึ้นเต็มที่และลงเต็มที่เท่านั้น ไม่มีระดับน้ำรายชั่วโมงเหมือนที่ทางสหราชูปmerika ทำนายให้

เมื่อสิ่งความไม่สงบทางอากาศรั้งที่สองส่งบลงแล้ว กองสมุทรศาสตร์ได้เริ่มติดต่อกับสหราชูปmerika อีก โดยว่าจ้างให้ Mr.W.B.Zerge ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่คำนวนน้ำอยู่ที่ USC&GS เป็นผู้คำนวณและเขียนเล่นได้น้ำทำนายให้แล้วส่งมา ให้เป็นรายปีในอัตราค่าจ้างปีละ ๓๐ ดอลลาร์สหราชูปฯ แล้วกองสมุทรศาสตร์จึงตัดสินใจให้เป็นหนังสือมาตราฐาน กำหนดย่อต่อไป

ในปี พ.ศ.๒๔๔๑ โดยคำสั่งกองทัพเรือ ให้ตั้งหมวดสมุทรศาสตร์สภากายะ และหมวดสมุทรศาสตร์ชีวะขึ้น โดยให้งานระดับน้ำขึ้นอยู่กับหมวดสมุทรศาสตร์สภากายะ สำหรับการตรวจสอบระดับน้ำที่สันدونปากแม่น้ำเจ้าพระยานั้น หลังจากการทำลายประภาครสันدونปากแม่น้ำเจ้าพระยา เนื่องจากการทรุดตัวไปในวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ.๒๔๐๓ จึงได้โอนงานนี้ให้กับการทำท่าเรือแห่งประเทศไทยดำเนินการตลอดมา

ในปี พ.ศ.๒๔๔๒ กองทัพเรือได้อนุมัติให้กองสมุทรศาสตร์ชีว์เครื่องจักรทำนายน้ำจากประเทศอังกฤษ โดยเครื่องจักรทำนายน้ำของกรมอุทกศาสตร์ เป็นแบบ Doodson - Le'ge' ซึ่งจากบริษัท A.LEGE & Co.Ltd. Scientific Instrument Makers ผู้ริเริ่มโครงการคือ พลเรือตรีหลวงชลธารพุฒิไกร เจ้ากรมอุทกศาสตร์ โดยมอบหมายให้นำว่าเอกสาร สนิท มหากิตติ หัวหน้ากองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดำเนินงาน ส่งมาถึงประเทศไทยโดยเรืออังกฤษชื่อ Benalbanach เมื่อวันที่ ๐๘ มีนาคม พ.ศ.๒๔๔๕ ติดตั้งโดยบริษัท คริสตี้ยนนี เมื่อวันที่ ๒๐ มีนาคม พ.ศ.๒๔๔๕ เริ่มเปิดใช้งานวันที่ ๑๐ กรกฎาคม พ.ศ.๒๔๔๕ รวมเป็นเงินใช้จัดทำทั้งสิ้น ๑๕๙,๓๗๕ บาท (หนึ่งแสนแปดหมื่นสองพันสามร้อยเจ็ดลิบห้าบาท) และได้รีบใช้เครื่องจักรทำนายน้ำในปีต่อมา ซึ่งเป็นการทำนายน้ำสำหรับปี พ.ศ.๒๔๔๗ ซึ่งได้พิมพ์ออกจำหน่ายแก่ชาวเรือทั่วไป เมื่อได้เครื่องจักรทำนายน้ำมาใช้แล้วทำให้การทำนายน้ำรวดเร็วมากขึ้นจนสามารถเพิ่มสถานีในหนังสือมาตราฐานได้อีกหลายสถานี นอกจากนั้นยังได้มีการปรับปรุงรูปแบบเช่นในปี พ.ศ.๒๔๐๒ - ๒๔๐๔ ได้แยกพิมพ์เป็น ๒ เล่ม เล่ม ๑ เป็นมาตราทำนายเวลาและความ

ลุ่ของน้ำขึ้นและน้ำลงเต็มที่ประจำวัน เล่ม ๒ เป็นมาตราทำนายน้ำรายชั่วโมงในแม่น้ำเจ้าพระยา สันدونปากแม่น้ำเจ้าพระยาและลัตทีบ



ภาพที่ ๓ - ๑ เครื่องจักรทำนายน้ำ
แบบ Doodson - Le'ge'



สำนักวิจัยและพัฒนาสถานีการอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

ในปี พ.ศ.๒๕๐๐ ได้มีการดำเนินงานระดับน้ำดังนี้

ก. ตรวจวัดระดับน้ำขึ้น น้ำลง รายชั่วโมง ๑๒ สถานี

ข. ทำนายระดับน้ำรายชั่วโมง ๑๒ สถานี

ค. วิเคราะห์และทำนายระดับน้ำหน้ากรมอุทกศาสตร์และท่าเรือกรุงเทพ โดยใช้ผลการตรวจ ๑ ปี โดย วิธี

ของ Dr. A. T. Doodson

ในปี พ.ศ.๒๕๐๕ การทำนายน้ำด้วยเครื่องจักรทำนายน้ำลีส์จำกัดในเรื่องอายุการใช้งาน ความเร็วในการทำงาน และจำนวนสถานี กองสมุทรศาสตร์ร่วมกับศูนย์รวมวิธีข้อมูล กองบัญชาการทหารสูงสุด ดำเนินการพัฒนาการทำนายน้ำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM ๗๖๐ เป็นผลสำเร็จ จึงได้เพิ่มจำนวนสถานีขึ้นเป็น ๒๖ สถานี ครอบคลุมทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

ในปี พ.ศ.๒๕๑๐ กองสมุทรศาสตร์ได้รวมหนังสือมาตรฐานน้ำ ๒ เล่ม เข้าเป็นเล่มเดียวกัน เพื่อให้มีเนื้อหารูปเล่ม และขนาดได้มาตรฐานสากล ส่วนด้านการทำนายน้ำรายชั่วโมงนั้น ตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๑๐ - ๒๕๓๔ ได้เริ่มใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการทำนายน้ำเป็นรายชั่วโมงทุกสถานี

ในปี พ.ศ.๒๕๓๐ กองสมุทรศาสตร์เปลี่ยนมาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของสำนักงานปลัดบัญชีทหารเรือทำนายน้ำและต่อมาทำการเปลี่ยนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของกองสมุทรศาสตร์เองโดยได้รับการสนับสนุนโปรแกรมในการทำนายน้ำจากประเทศไทยอสเตรเลีย โดยปัจจุบันได้ใช้โปรแกรมทำนายน้ำของ Flinders Institute of Atmospheric and Marine Science ประเทศไทยอสเตรเลีย ใช้ค่า Harmonic Constituents ๑๙ ค่า

ในปี พ.ศ.๒๕๓๔ ได้ปรับปรุงรูปแบบมาตรฐานน้ำ เป็นการทำนายน้ำขึ้นและน้ำลงตามที่ประจำวันทุกสถานี ยกเว้นท่าเรือกรุงเทพ ป้อมพระจุลจอมเกล้า อ่าวสัตหีบ สงขลา เกาะตะเกียน้อย และอ่าวทับละมุ ทำนายเป็นรายชั่วโมง

ในปี พ.ศ.๒๕๔๐ ได้เพิ่มการทำนายน้ำเป็นรายชั่วโมงนอกเหนือจากปี พ.ศ.๒๕๓๔ อีก ๗ สถานี คือ ลันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา กรมอุทกศาสตร์ บางปะกง เกาะลีช้าง ปากน้ำระยอง ท่าจีน และเกาะปราบ

ในปี พ.ศ.๒๕๔๑ ได้ปรับปรุงรูปแบบมาตรฐานน้ำเป็นการทำรายการรายชั่วโมงทุกสถานี

ในปี พ.ศ.๒๕๔๔ ได้เพิ่มการทำนายน้ำที่สถานีคุระบุรี จ.พังงา อีก ๑ สถานี

การทำนายน้ำในปัจจุบันที่ให้ไว้ในหนังสือมาตรฐานปี พ.ศ.๒๕๔๕ มีสถานีวัดระดับน้ำที่นำข้อมูลระดับน้ำมาใช้ทำนายน้ำทั้งในแม่น้ำเจ้าพระยา อ่าวไทย และทะเลอันดามัน จำนวน ๒๔ สถานี โดยเป็นสถานีที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของกรมอุทกศาสตร์ จำนวน ๑๒ สถานี คือ สถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ (บก.ทร.) กรุงเทพฯ อ่าวสัตหีบ จ.ชลบุรี แหลมลิงห์ จ.จันทบุรี หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ เกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ เกาะมัตโนน จ.ชุมพร เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี เกาะปราบ จ.สุราษฎร์ธานี สงขลา จ. สงขลา ทับละมุ จ.พังงา เกาะตะเกียน้อย จ.ภูเก็ต และเกาะตะรุเตา จ.สตูล **อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของกรมการชลส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี จำนวน ๑๒ สถานี** คือ สถานีวัดระดับน้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ปากน้ำระยอง จ.ระยอง ปากน้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร ปากน้ำแม่กลอง จ.สมุทรสงคราม ปากน้ำปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช ปัตตานี จ.ปัตตานี บางรา จ.นราธิวาส ปากน้ำระนอง จ.ระนอง คุระบุรี จ.พังงา ท่าเรือน้ำลึก จ.กระเบี่ยง กันดัง จ.ตรัง และแหลมฉบัง จ.ตราด และ**อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของการท่าเรือแห่งประเทศไทย จำนวน ๕ สถานี** คือ สถานีวัดระดับน้ำลันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา จ.สมุทรปราการ ป้อมพระจุลจอมเกล้า จ.สมุทรปราการ ท่าเรือกรุงเทพ จ.กรุงเทพมหานคร และเกาะลีช้าง จ.ชลบุรี การท่าเรือแห่งประเทศไทยได้ยกเลิกการตรวจวัดระดับน้ำที่เกาะลีช้าง ตั้งแต่วันที่ ๑๓ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๔๔ และก่อนที่จะยกเลิกได้ติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำใหม่ที่แหลมฉบัง เมื่อวันที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๔๓



๓.๒ สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์

สถานีวัดระดับน้ำ หมายถึง ตำบลที่ซึ่งมีการตรวจวัดระดับน้ำ หมายความรวมถึงตัวเรือนสถานี เครื่องวัดระดับน้ำ บรรทัดน้ำ และหมุดระดับประจำสถานี ซึ่งสถานีวัดระดับน้ำในทะเลแห่งแรกของประเทศไทยคือ สถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ ได้เริ่มใช้ในราชการเมื่อวันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ.๒๔๕๓ และตรวจวัดระดับน้ำต่อมานถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.๒๔๕๔ ในส่วนของกรมอุทกศาสตร์นั้น สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ที่ได้เริ่มติดตั้งเป็นสถานีแรกคือ สถานีวัดระดับน้ำหน้ากรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ พระราชนวัฒน์ กรุงเทพมหานคร (ปัจจุบันคือสถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ) ซึ่งได้เปิดใช้ราชการเมื่อวันที่ ๒ มีนาคม พ.ศ.๒๔๕๑ และใช้งานมาจนถึงปัจจุบัน อีกทั้งในระยะเวลาต่อมาได้สร้างและติดตั้งเพิ่มขึ้นตามพื้นที่ที่มีความสำคัญ เช่น ฐานทัพเรือ พื้นที่ชายฝั่งทะเลที่สำคัญ และบริเวณปากแม่น้ำ ในปัจจุบันสถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ที่เป็นสถานีวัดระดับน้ำ寥า หรือสถานีวัดระดับน้ำชั้น ๑ มีการตรวจวัดระดับน้ำที่ยานานกว่า ๑๙ ปี ขึ้นไปมีจำนวน ๑๒ สถานี และสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลเริ่มมีการทดลองติดตั้ง ๙ สถานี รวมทั้งสิ้น ๒๐ สถานี โดยมีรายละเอียดดังนี้

๓.๒.๑ สถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ เดิมคือสถานีวัดระดับน้ำหน้ากรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ต่อมาเมื่อปี พ.ศ.๒๔๕๕ กรมอุทกศาสตร์ได้ย้ายที่ทำการใหม่ไปอยู่ที่เขตบางนา กรุงเทพมหานคร จึงใช้ชื่อใหม่ว่าสถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณพระราชนวัฒน์ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร ละติจูด $๑๓^{\circ} ๔๕' ๓๓''$ เหนือ ลองจิจูด $๑๐๐^{\circ} ๒๙' ๓๓''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๒ มีนาคม พ.ศ.๒๔๕๑ โดยเครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งครั้งแรก เป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT ตัวเรือนแบบทางด้วย หมายเลขเครื่อง ๒๕๕๑ เมื่อวันที่ ๑๒ พฤษภาคม พ.ศ.๒๔๕๐ ได้เปลี่ยนเป็นเครื่องวัดระดับน้ำเป็นระบบ แอนะล็อก แบบลูกกลอยที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย (Portable Floating Tide Gauge) แบบทางนอนตราอักษร A.OTT เมื่อวันที่ ๒ ธันวาคม พ.ศ.๒๔๕๒ ได้เปลี่ยนเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ตราอักษร SEBA เมื่อวันที่ ๗ กันยายน พ.ศ.๒๔๕๗ ได้เปลี่ยนเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอยที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย แบบทางนอน ตราอักษร A.OTT โดยมีเจ้าหน้าที่แผนกรະดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงานตรวจสอบความถูกต้องของค่าหมุดระดับ และทำการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี

ต่อมาได้ทดลองติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล (Digital) คู่กับเครื่องวัดระดับน้ำระบบ แอนะล็อกเดิม โดยเป็นเครื่องแบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำ (Pressure Tide Gauge) ตราอักษร MiniTroll หมายเลข เครื่อง ๑๔๕๖๕ พร้อมระบบรับส่งข้อมูลในเวลาเดียวกับการตรวจวัด (Real Time) ผ่านระบบ GSM Modem มาที่กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ บางนา ตั้งแต่วันที่ ๒๐ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗ และเมื่อวันที่ ๒๐ สิงหาคม พ.ศ.๒๕๕๘ ได้ติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเสียง (Acoustic Tide Gauge : ATG) แทนเครื่องแบบความกดดันน้ำ โดยสามารถเรียกดูและเก็บรวมรวมข้อมูลระดับน้ำ ตามเวลาจริง (Real Time) ได้ที่กรมอุทกศาสตร์ ผ่านทางระบบโทรศัพท์ของกองทัพเรือ โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

- ก. ตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำ ทำด้วยอลูมิเนียมขนาด $๕๕ \times ๗๐ \times ๑๐$ เซนติเมตร
- ข. หัวเซนเซอร์เป็นแบบ Ultrasonic รุ่น DCU - ๑๐๐๔ ซึ่งสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของระยะระหว่างหัวเซนเซอร์ถึงผิวน้ำได้ในระยะ ๐.๖ - ๑๕ เมตร (โดยจะต้องติดตั้งเซนเซอร์ให้อยู่สูงกว่าผิวน้ำอย่างน้อยที่สุด ๐.๖ เมตร หรือ ๒ พุต)
- ค. ล้วนบันทึกข้อมูล (Data Logger) เป็นรุ่น CR - ๔๐ สามารถบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ตามเวลาที่กำหนด เช่น ๑-๓๐ นาที และสามารถเก็บข้อมูลได้ในหน่วยความจำ (Memory Unit) ได้ไม่น้อยกว่า



๒๖ ระบบบันทึก ในบ้านน้ำไทย

สำนักงานคล้ายวิวนสถานีการณ์อุทกศาสตร์ ครบรอบ ๔๙ ปี

๖๐,๐๐๐ ข้อมูล สามารถเรียกดูข้อมูลระยะไกลผ่าน Line Modem หรือ Radio Modem ได้

ง. ชุด Modem เป็นรุ่น COMTEC Line Telephone Modem ใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลและ Load ข้อมูลจากสถานีฯ ระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ โดยได้รับการสนับสนุนคู่สายโทรศัพท์ของกองทัพเรือ ๑ เลขหมาย เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลของสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลนี้

จ. ชุด Power Supply ประกอบด้วยชุด Charger และ แบตเตอรี่ภายในแบบ Rechargeable ซึ่งสามารถแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยแบตเตอรี่เซลล์ หรือไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด ๑๘ โวลต์ จากภายนอกเพื่อจ่ายให้ชุดชาร์จแบบเตอรี่ ภายในเครื่องได้

ฉ. ชุดแพงโซลาร์เซลล์ ประกอบด้วยแพงโซลาร์เซลล์ Output ๑๘ โวลต์ DC ๑๐ วัตต์ ๒ แผงต่ออนุกรมกัน



ภาพที่ ๓ - ๔ สถานีวัดระดับน้ำ
หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ ประกอบด้วย

ก. หมุด รด.อศ.๑ อยู่บริเวณพื้นถนนหน้าบันไดทางขึ้นอาคารสำนักงานเสนอธารเรือ(ตึกกองบังคับการกรมอุทกศาสตร์เดิม) มีลักษณะเป็นหมุดทองเหลืองบนแท่นหินเท่งคอนกรีตฝังไว้บนพื้นถนน มีฝาปิดทับไว้

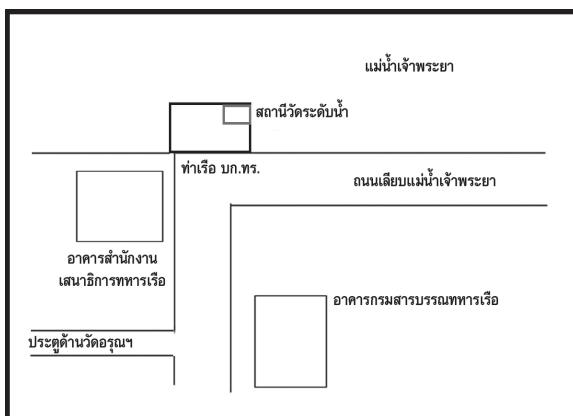
ข. หมุด รด.อศ.๒ อยู่บนพื้นดีกสำนักงานเสนอธารเรือ บริเวณโคนเสาด้านริมแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นหมุดที่โยงค่ามาจากหมุด รด.อศ.๑

ค. หมุด รด.อศ.๔ อยู่บริเวณหลังป้อมยามไกลเลาไฟฟ้า เป็นหมุดที่โยงค่ามาจากหมุด รด.อศ.๑

ง. หมุด รด.อศ.๖ เป็นหัวหมุดตราศาสตร์ อยู่ด้านข้างตึกสำนักงานเสนอธารเรือ ด้านประตูทางเข้าออก วัดอรุณราชวราราม



ภาพที่ ๓ - ๓ หมุดระดับประจำสถานีวัด
ระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ

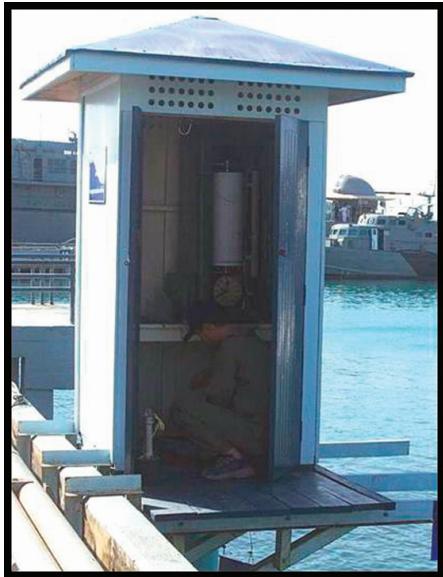


หมุด รด.อศ.๑

หมุด รด.อศ.๒

ภาพที่ ๓ - ๔ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำ
หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ

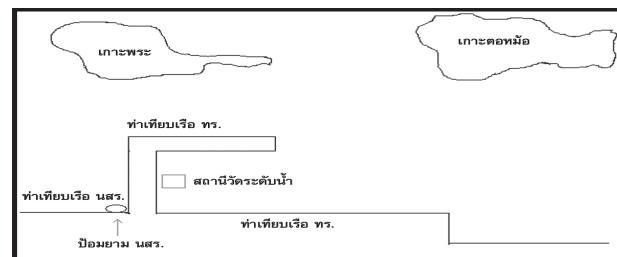
๓.๒.๒ สถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ ตั้งอยู่ที่ท่าเที่ยบเรือแหลมเทียน ฐานทัพเรือสัตหีบ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี ละติจูด $๑๗^{\circ} ๓๔' ๔๙''$ เหนือ ลองจิจูด $๑๐๐^{\circ} ๕๙' ๔๔''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๒๗ เมษายน พ.ศ.๒๕๔๔ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อก แบบลูกกลอย (Floating Tide Gauge) ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๒๕๔๔ โดยมีสถานีสมุทรศาสตร์สัตหีบ แผนกสถานีสมุทรศาสตร์ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับ และทำการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี



ภาพที่ ๓ - ๕ สถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ ประกอบด้วย

- ก. หมุด BMP. ๓๕๐/๓๔ กรมแผนที่ทหาร ฝังไว้ข้างป้าย กองบังคับการกองรักษาความปลอดภัย ฐานทัพเรือสัตหีบ (ด้านขวาทางเข้า)
- ข. หมุด รด.อศ.๑ อยู่บนสันเขื่อนคอกสะพานท่าเที่ยบเรือแหลมเทียน ฐานทัพเรือสัตหีบ
- ค. หมุด รด.อศ.๔ ฝังไว้บริเวณหน้าตึกสถานีสมุทรศาสตร์สัตหีบ เป็นหมุดที่โยงค่ามาจากหมุด BMP. ๓๕๐/๓๔
- ง. หมุด รด.อศ.๕ อยู่บริเวณป้อมปืนวงเวียนพระอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ หน้าฐานทัพเรือสัตหีบ เป็นหมุดที่โยงค่ามาจากหมุด BMP. ๓๕๐/๓๔



ภาพที่ ๓ - ๖ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ

๓.๒.๓ สถานีวัดระดับน้ำแหลมลิงห์ ตั้งอยู่ที่ปากน้ำแหลมลิงห์ ต.บางกะไชย อ.แหลมลิงห์ จ.จันทบุรี ละติจูด $๑๗^{\circ} ๒๔' ๒๗''$ เหนือ ลองจิจูด $๑๐๑^{\circ} ๐๓' ๔๔''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการ วันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ.๒๕๔๔ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๒๗๑๑ โดยมีเจ้าหน้าที่ประภาคราชแหลมลิงห์ กองเครื่องหมายทางเรือ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับ และทำการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี



ภาพที่ ๓ - ๗ สถานีวัดระดับน้ำแหลมลิงห์

ໜຸດຮະດັບປະຈຳສານີວັດຮະດັບນໍ້າແຫລມລິ້ງທີ່ ປະກອບດ້ວຍ

ກ. ໜຸດ BMS.៥ ສາລເຈົ້າຈື່ນແຫລມລິ້ງທີ່ ຕ.ບາງກະໄຊຍ ອ.ແຫລມລິ້ງທີ່ ຈ.ຈັນທຸຽນ ເປັນໜຸດທີ່ໂຢງຄ່າມາຈາກໜຸດ P.O ທ່າໃໝ່ ຂອງການແພນທີ່ທ່າງອູ້ໃນບໍລິເວນໂຮງເຮັນວັດບຸນຍຸງວາວສົວຫາວັດ ອ.ທ່າໃໝ່ ຈ.ຈັນທຸຽນ

ຂ. ໜຸດ ຮດ.ອສ.១ ເປັນໜຸດຮະດັບອູ້ບຸນແກ່ນຄານເວືອແຕ່ນແຮກ ໂຢງຄ່າມາຈາກ ໜຸດ P.O ທ່າໃໝ່ ຂອງການແພນທີ່ທ່າງອູ້ໃນບໍລິເວນໂຮງເຮັນວັດບຸນຍຸງວາວສົວຫາວັດ ອ.ທ່າໃໝ່ ຈ.ຈັນທຸຽນ

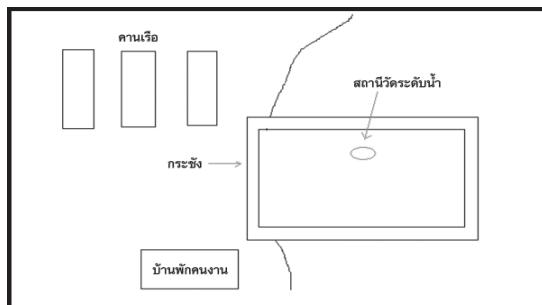
ຄ. ໜຸດ ຮດ.ອສ.៣ ອູ້ບຸນຫວາເຂົ້າອື່ນດ້ານທາງຂຶ້ນກະຊັງ ເປັນໜຸດທີ່ໂຢງຄ່າມາຈາກ ໜຸດ P.O ທ່າໃໝ່ ຂອງການແພນທີ່ທ່າງອູ້ໃນບໍລິເວນໂຮງເຮັນວັດບຸນຍຸງວາວສົວຫາວັດ ອ.ທ່າໃໝ່ ຈ.ຈັນທຸຽນ



ໜຸດ ຮດ.ອສ.១

ໜຸດ ຮດ.ອສ.៣

ກາພທີ່ ៣ - ៥ ໜຸດຮະດັບປະຈຳສານີວັດຮະດັບນໍ້າແຫລມລິ້ງທີ່



ກາພທີ່ ៣ - ៦ ແພນຜັງທີ່ຕັ້ງສານີວັດຮະດັບນໍ້າແຫລມລິ້ງທີ່

ຕ.៥.៥ ສານີວັດຮະດັບນໍ້ານໍາມຫາຊ້ຍ ຕັ້ງອູ້ທີ່ ຕ.ມຫາຊ້ຍ ອ.ເມືອງ ຈ.ສຸມທັລາກ ລະຕິຖຸດ ៣០°៣០' ៥០" ເහື່ອລອງຈິງຈຸດ ១០០°១៨'៣០" ຕະວັນອອກ ເປີດໃຊ້ໃນຮາຈກາວັນທີ ១៧ ພັດຈິກຍານ ພ.ສ.៥៥៥៥៥៥ ເຄື່ອງວັດຮະດັບນໍ້າທີ່ຕິດຕັ້ງເປັນເຄື່ອງວັດຮະດັບນໍ້າຮະບນແອນະລືກ ແບບລູກລອຍ ດຣາອັກຊຣ ອ.OTT ມາຍເລີຂເຄື່ອງ ៤០៧៤៧ ໂດຍມີເຈົ້າຫ້າທີ່ສານີສຸມທັລາສຕ່ຽມຫາຊ້ຍ ແພນກສານີສຸມທັລາສຕ່ຽມກອງສຸມທັລາສຕ່ຽມ ກຣມອຸທກຄາສຕ່ຽມ ເປັນຜູ້ດູແລກຮາບປົງປັດງານ ແລະເຈົ້າຫ້າທີ່ແພນກຮະດັບນໍ້າ ກອງສຸມທັລາສຕ່ຽມ ກຣມອຸທກຄາສຕ່ຽມ ເປັນຜູ້ຕຽບສອບຄວາມຄູກຕ້ອງຂອງຄ່າຮະດັບແລະທຳການຂ່ອມນຳຮູ່ເປັນປະຈຳທຸກປີ

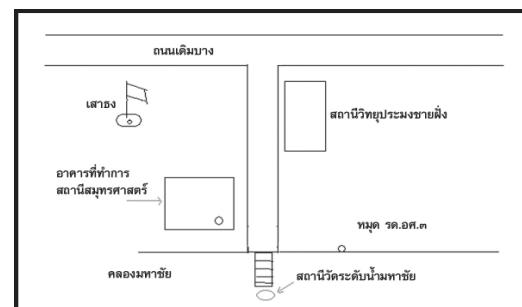


ກາພທີ່ ៣ - ១០ ສານີວັດຮະດັບນໍ້ານໍາມຫາຊ້ຍ

- หมวดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำม้าหาชัย ประกอบด้วย
- ก. หมุด BMP.๑๓๐๗ สร้างโดย กรมแผนที่ทหาร อยู่บริเวณเสาธงหน้าศาลากลาง จ.สมุทรสาคร
 - ข. หมุด รด.อศ.๔ ฝั่งไว้บนแท่นเสาธงสถานีสมุทรศาสตร์ม้าหาชัย โยงค่ามารจาก หมุด BMP.๑๓๐๗ กรมแผนที่ทหาร
 - ค. หมุด รด.อศ.๕ ฝั่งไว้ตรงบันไดทางขึ้นสถานีสมุทรศาสตร์ม้าหาชัย โยงค่ามารจาก หมุด BMP.๑๓๐๗ กรมแผนที่ทหาร
 - ง. หมุด รด.อศ.๖ ฝั่งไว้ตรงลันเขื่อนชัยมือทางเข้าสถานีวัดระดับน้ำโโยงค่ามารจากหมุด BMP.๑๓๐๗ กรมแผนที่ทหาร



ภาพที่ ๓ - ๑๑ หมวดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำม้าหาชัย
(ภาพหมุด รด.อศ.๓)



ภาพที่ ๓ - ๑๒ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำม้าหาชัย

๓.๒.๕ สถานีวัดระดับน้ำหัวทิน ตั้งอยู่ที่ปลายสะพานท่าเรือประมงหัวทิน อ.หัวทิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ละติจูด $๑๘^{\circ} ๓๔' ๒๒''$ เหนือ ลองจิจูด $๑๓^{\circ} ๔๗' ๔๙''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการ วันที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๑๗ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๑๙๔๙๐ โดยมีเจ้าหน้าที่สถานีสมุทรศาสตร์หัวทิน กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงานและเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับ และทำการซ่อมบำรุง เป็นประจำทุกปี

ภาพที่ ๓ - ๑๓ สถานีวัดระดับน้ำหัวทิน



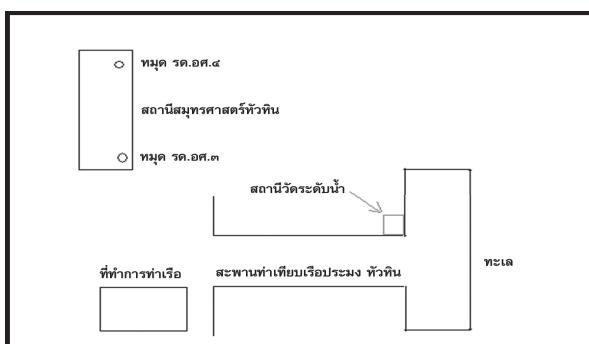
หมวดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำหัวทิน ประกอบด้วย

- ก. หมุด รด.อศ.๓ ฝั่งอยู่บนแท่นเสาธงเดิม ข้างอาคารสถานีสมุทรศาสตร์หัวทิน

- ข. หมุด รด.อศ.๔ ฝั่งไว้บนแท่นเสาธงด้านหลังอาคารรับรองนายทหารชั้นนายพล โโยงค่ามารจาก หมุด รด.อศ.๓
- ค. หมุด รด.อศ.๕ ฝั่งไว้บนลันเขื่อนปลายสะพานตรงข้ามสถานีวัดระดับน้ำ โโยงค่ามารจาก หมุด รด.อศ.๓
- ง. หมุด รด.อศ.๖ ฝั่งไว้บริเวณถังเก็บน้ำ ข้างอาคารรับรองนายทหารชั้นนายพล โโยงค่ามารจากหมุด รด.อศ.๓



ภาพที่ ๓ - ๑๔ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำหัวทิbin



ภาพที่ ๓ - ๑๕ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำหัวทิbin

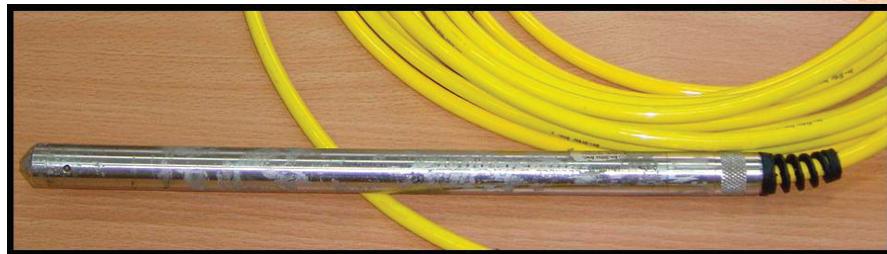
๓.๒.๖ สถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก ตั้งอยู่ที่เกาะหลัก ต.เกาะหลัก อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์ ละติจูด $๑๓^{\circ}๔๗'๔๙''$ เหนือ ลองจิจูด $๘๘^{\circ}๔๔'๔๔''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๑๗ เมษายน พ.ศ.๒๕๔๙ (หลังจากการโอนจากกองร่องน้ำ การทำเรือแห่งประเทศไทย) เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้ง เป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๒๔๔๐ โดยมีลูกจั่งประจำกองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่ແນ格ระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับและการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี



เมื่อวันที่ ๒๕ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๕๙ ได้ทำการทดลองติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำอันเนื่องมาจากความลึก ตราอักษร MiniTroll หมายเลขเครื่อง ๑๙๑๕ คู่กับเครื่องวัดระดับน้ำเดิม เพื่อทดลองการตรวจวัดระดับน้ำด้วยระบบดิจิตอล โดยไม่ใช้เจ้าหน้าที่ในการดูแล

ภาพที่ ๓ - ๑๖ สถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก

ภาพที่ ๓ - ๐๗ เครื่องวัดระดับน้ำ
ระบบดิจิตอลที่ทดลองติดตั้งที่สถานี
วัดระดับน้ำทางทะเล

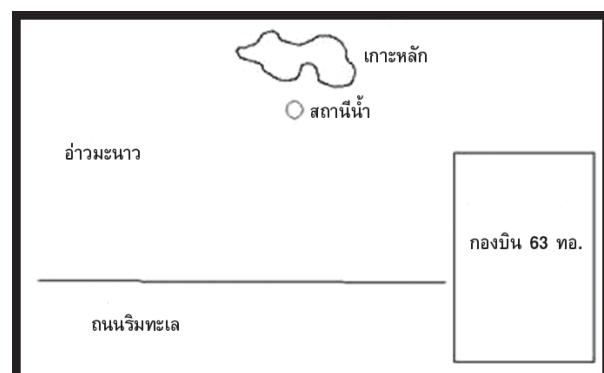


หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำทางทะเลหลัก ประกอบด้วย

- ก. หมุด BMA. ของกรมแผนที่ทหาร สกัดไว้ที่ทินลาดเข้า ทำเป็นรอยบางบนพื้นทรายมีฝาปิดรูปสี่เหลี่ยมหลังป้ายหลักฐานประวัติ
- ข. หมุด BMB. ของกรมแผนที่ทหาร ตั้งอยู่บนโขดหิน ลึก ๔" กว้าง ๕" ห่างจากหมุด BMA. ๓๗.๕ เมตร
- ค. หมุด BMP.๐ ของกรมแผนที่ทหาร ห่างจากหมุด BMB. ไปทางทิศเหนือ ๓๐ เมตร

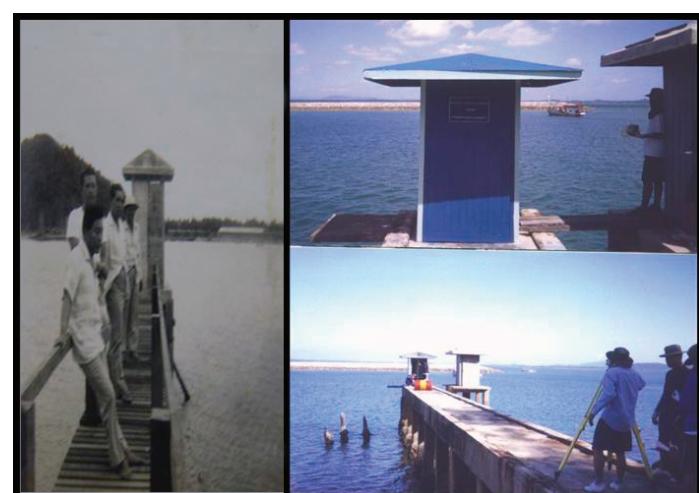


ภาพที่ ๓ - ๐๙ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำ
ทางทะเล (หมุดระดับ BMP.0)



ภาพที่ ๓ - ๐๙ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำทางทะเล

๓.๒.๗ สถานีวัดระดับน้ำทางมัตโพน ตั้งอยู่ที่เกาะมัตโพน ต.ปากน้ำชุมพร อ.เมือง จ.ชุมพร ละติจูด ๑๐°๔๖' ๔๐" เหนือ ลองจิจูด ๙๗° ๔๕' ๒๕" ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๑ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๗ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้ง เป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกโลย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๒๗๑๓ โดยมีเจ้าหน้าที่สถานีสมุทรศาสตร์เกาะมัตโพน กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับและทำการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี



ภาพที่ ๓ - ๗๐ สถานีวัดระดับน้ำทางมัตโพน



สำนักงานคล้ายวิวน้ำสถาปนากรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๔๖ ปี

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำเกาgemตโนน ประจำรอบด้วย

ก. หมุด BMP.๑๗๖๓ ของกรมแผนที่ทหาร อยู่บริเวณสำนักงานເກມຕຣ ດັນເພື່ອເກມເກມມ ຈ.ຊູມພວ

ข. หมุด ຮດ.ອສ.๒ อยู่บริเวณเสาธงโรงเรียนวัดปากน้ำชุมพร ໂຢງຄ່າມາຈາກ หมุด BMP.๑๗๖๓ ของ
กรมแผนที่ทหาร

ค. หมุด ຮດ.ອສ.๓ ฝິ້ງໄວ້ບັນດັບຄອນກວິດຂ້າງເວືອນພັກເຈົ້າທີ່ (ຫັ້ງເກົ່າ) ໂຢງຄ່າມາຈາກหมຸດ BMP.๑๗๖๓
ของกรมแผนที่ทหาร

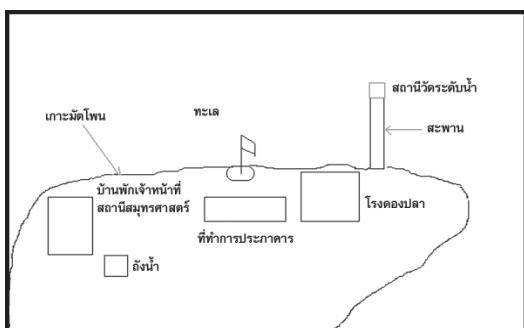
ງ. หมຸດ ຮດ.ອສ.๔ อยู่บริเวณเสาธงหน้าນ້ຳພັກທີ່ທໍາການປະກາດ ໂຢງຄ່າມາຈາກหมຸດ BMP.๑๗๖๓
ของกรมแผนที่ทหาร

ຈ. หมຸດ ຮດ.ອສ.๕ ฝິ້ງໄວ້ບັນຄານຄອນກວິດ ໂຮງດອນປລາເກົ່າໄກລ໌ສັນຕິພາບນ້ຳ ໂຢງຄ່າມາຈາກหมຸດ BMP.๑๗๖๓
ของกรมแผนที่ทหาร

ฉ. หมຸດ ຮດ.ອສ.๑๙ ຂ້າງເວືອນພັກເຈົ້າທີ່ສຸມຸທຽບສຕຣ (ຫັ້ງເກົ່າ) ດ້ວຍຫຼັກ ໂຢງຄ່າມາຈາກหมຸດ BMP.๑๗๖๓
ของกรมแผนที่ทหาร



ກາພທີ ๓ - ໭១ หมຸດระດັບປະຈຳສັນຕິພາບ
ນ້ຳເກົ່າມີມາດີນີ້



ກາພທີ ๓ - ໭໨ ແຜນຜັງທີ່ຕັ້ງສັນຕິພາບນ້ຳເກົ່າມີມາດີນີ້

๓.២.៤ ສັນຕິພາບນ້ຳເກົ່າມີມາດີນີ້ ຕັ້ງອູ້ທີ່ເກົ່າມີມາດີນີ້ ອ.ເມືອງ ຈ.ສູວັນລະເມືອງ ລະຕິຖຸດ $๐๙^{\circ} ๑๕' ๔๗''$ ເທິງ
ລອງຈິງຈຸດ $๘๙^{\circ} ๒๖' ๑๔''$ ຕະວັນອອກ ເປີດໃຊ້ໃນຮາຊາກວັນທີ ២៤ ພັນວາຄມ ພ.ສ.ເມດັບ
ເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳທີ່ດີດັ່ງນີ້ ເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳຮະບນແອນະລືກແບບລູກລອຍ ຕຣາອັກຊຣ
A.OTT ມາຍເລີຂເຄື່ອງ ៤៧៣២ ໂດຍມີເຈົ້າທີ່ປະກາດ
ເກົ່າມີມາດີນີ້ ກອງເຄື່ອງໝາຍທາງເຮືອ ກຣມອຸທກສຕຣ ເປັນຜູ້
ດູແລກເປົ້າຕິດິນ ແລະ ເຈົ້າທີ່ແນກຮະດັບນ້ຳ ກອງ
ສຸມຸທຽບສຕຣ ກຣມອຸທກສຕຣ ເປັນຜູ້ຕຽບສອບຄວາມຖຸກ
ຕ້ອງຂອງຄ່າຮະດັບແລະທໍາການຊ່ອມບໍາຮຸງເປັນປະຈຳທຸກປີ



ກາພທີ ៣ - ៧៣ ສັນຕິພາບນ້ຳເກົ່າມີມາດີນີ້

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำเกage ปราบ ประกอบด้วย

- ก. หมุด รด.อศ.๒ อยู่ชั้งโรงไฟฟ้าประจำการทางปราบบันไดปูนริมทางเดิน โคงค่ามาจากหมุด รด.อศ.๓
- ข. หมุด รด.อศ.๓ ฝั่งบนทางเดิน หน้าบ้านพักที่ทำการประจำการ
- ค. หมุด รด.อศ.๔ อยู่บนฐานทางเข้าอาคารที่ทำการประจำการ โคงค่ามาจากหมุด รด.อศ.๓

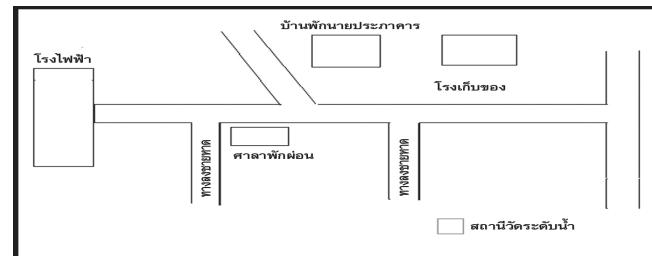


หมุด รด.อศ.๒



หมุด รด.อศ.๔

ภาพที่ ๓ - ๔ หมุดระดับประจำสถานี
วัดระดับน้ำเกage ปราบ



ภาพที่ ๓ - ๔ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำเกage ปราบ

๓.๒.๕ สถานีวัดระดับน้ำสงขลา ตั้งอยู่ที่ท่าเที่ยบเรือสุานทัพเรือสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา ละติจูด ๐๓°๑๗'๔๙" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๐°๓๔'๕๐" ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๑๕ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๔๗๕๑ ต่อมาได้เปลี่ยนเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ตราอักษร A.OTT ตั้งแต่วันที่ ๒ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๙ และย้ายที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำมาที่สะพานคอนกรีต ท่าเที่ยบเรือหมายเลข ๓ สุานทัพเรือสงขลา โดยมีลูกจ้างชั่วคราวของ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงาน จนถึงลิ้นปีงประมาณ ๒๕๕๙ และเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับและทำการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี

ต่อมาวันที่ ๒๙ มิถุนายน - ๒ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๕๙ ได้ทำการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำและเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเสียงที่ท่าเที่ยบเรือหมายเลข ๓ สุานทัพเรือสงขลา บริเวณใกล้สถานีวัดระดับน้ำเดิม และเปิดใช้ราชการวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๕๙ โดยสามารถเรียกดูและเก็บรวบรวมข้อมูลระดับน้ำตามเวลาจริงได้ที่กรมอุทกศาสตร์ผ่านทางระบบโทรศัพท์ของกองทัพเรือ โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

ก. ตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำทำด้วยอลูมิเนียมขนาด ๕๕ x ๗๐ x ๑๐๐ เซนติเมตร ส่วนรองรับตัวเรือนทำด้วยเหล็กยึดติดกับตัวท่าเที่ยบเรือหมายเลข ๓ สุานทัพเรือสงขลา

ข. หัวเซนเซอร์เป็นแบบ Ultrasonic รุ่น DCU - ๑๐๐๔ สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของระยะระหว่างหัวเซนเซอร์ถึงผิวน้ำได้ในระยะ ๐.๖ - ๑๕ เมตร (โดยจะต้องติดตั้งเซนเซอร์ให้อยู่สูงกว่าผิวน้ำ อย่างน้อยที่สุด ๐.๖ เมตร หรือ ๒ พุต)

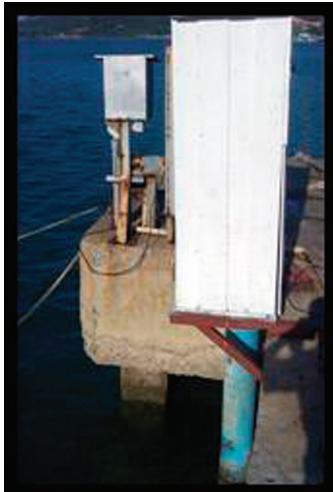


ค. ส่วนบันทึกข้อมูล เป็นรุ่น CR - ๕๐ สามารถบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ตามเวลาที่กำหนด เช่น ๑ - ๓๐ นาที และสามารถเก็บข้อมูลได้ในหน่วยความจำ (Memory Unit) ได้ไม่น้อยกว่า ๖๐,๐๐๐ ข้อมูล สามารถเรียกดูข้อมูลระยะไกลผ่าน Line Modem หรือ Radio Modem ได้

ง. ชุด Modem เป็นรุ่น COMEX ๐๐ Line Telephone Modem ใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลและ Load ข้อมูลจากสถานีฯ ระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ โดยได้รับการสนับสนุนคู่สายโทรศัพท์ของกองทัพเรือ ๑ เลขหมาย จากทัพเรือภาคที่ ๒ เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลของสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลนี้

จ. ชุด Power Supply ประกอบด้วยชุด Charger และ แบตเตอรี่ภายในแบบ Rechargeable ซึ่งสามารถแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยแ朋โซลาร์เซลล์ หรือไฟกระเสตรง ๑๘ โวลท์ จากภายนอกเพื่อจ่ายให้ชุดชาร์จ แบตเตอรี่ภายในเครื่องได้

ฉ. ชุดแ朋โซลาร์เซลล์ ประกอบด้วยแ朋โซลาร์เซลล์ Output ๑ โวลท์ DC ๑๐ วัตต์ ๒ แผงต่ออนุกรมกัน



ภาพที่ ๓ - ๒๖ สถานีวัดระดับน้ำสงขลา
ระบบแอนะล็อก



ภาพที่ ๓ - ๒๗ สถานีวัดระดับน้ำสงขลา
ระบบดิจิตอล

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำสงขลา ประกอบด้วย

ก. หมุด BMP.๒๙๐๗ ของกรมแผนที่ทหารอยู่บริเวณ ด้านหน้าป้ายบ้านสงขลา จ.สงขลา

ข. หมุด รด.อศ.๔ อยู่บริเวณเสาห้องปั้นการฐานทัพเรือสงขลาด้านในกำแพงรั้ว โยงค่ามาจากหมุด มล.กพ.

โคนตันสน แหลมสมิหลา

ค. หมุด รด.อศ.๖ อยู่บริเวณแ朋ตู้ลิฟต์ไฟฟ้าฐานทัพเรือสงขลา ท่าเรือรับน้ำมันหมายเลข ๐๓ โยงค่ามาจากหมุด รด.อศ.๔

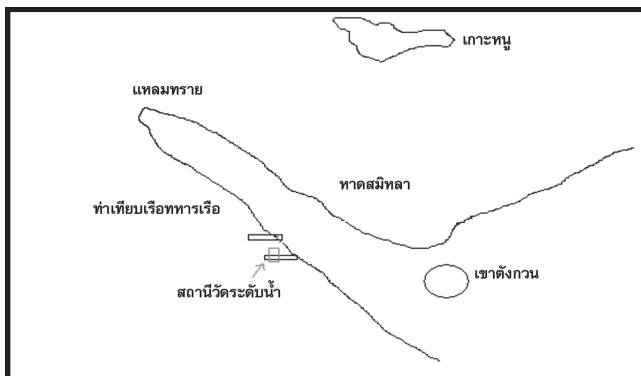
ง. หมุด รด.อศ.๗ อยู่ที่พิพิธภัณฑ์สงขลา บริเวณเสากระโดงเรือเก่า โยงค่ามาจาก หมุด BMP.๒๙๐๗ ของกรมแผนที่ทหาร



ภาพที่ ๓ - ๒๘ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำสงขลา

หมุด รด.อศ.๔

หมุด รด.อศ.๖



ภาพที่ ๓ - ๒๙ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำลงคลาน

๓.๒.๑๐ สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับสะมุ ฐานทัพเรือพังงา ตั้งอยู่ที่ท่าเที่ยบเรือฐานทัพเรือพังงา ต.ลำแก่น อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา ตำบลที่ตั้ง ละติจูด $05^{\circ}34' 42''$ เหนือ ลองจิจูด $105^{\circ}07' 48''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๔ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๗ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๒๒๐๕๐ โดยมีลูกจ้างชั่วคราว กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแล การปฏิบัติงานจนถึงลิ้นปืนประมาณ ๒๕๔๔ และเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับและทำการซ้อมบำรุงเป็นประจำทุกปี ต่อมาสถานีวัดระดับน้ำดังกล่าวถูกทำลายเนื่องจากเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยลื่นนามิ เมื่อวันที่ ๒๖ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๗ จึงได้ทำการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำชั่วคราว ด้วยเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ตราอักษร SEBA หมายเลขเครื่อง ๕๐๐๐๕๐๖ - ๖๖๗๕๐๐๕ - ๐๐๙๗ ตั้งแต่วันที่ ๑๐ - ๑๖ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ และเปิดใช้ราชการวันที่ ๑๖ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ โดยได้ติดตั้งไว้ใกล้กับสถานีเดิม ในเวลาต่อมาได้ยกเลิก โดยได้รื้อถอนตัวเรือนสถานีและเครื่องวัดระดับน้ำกลับกองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ ในวันที่ ๒๕ ตุลาคม พ.ศ.๒๕๕๘

เพื่อเป็นการทดแทนสถานีวัดระดับน้ำเดิมที่ถูกทำลาย และให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ตามเวลาจริง เพื่อประโยชน์ในการเตือนภัยลื่นนามิด้วย จึงได้เปลี่ยนระบบเครื่องวัดระดับน้ำเป็นระบบดิจิตอล ส่งข้อมูลตามเวลาจริงผ่านเครือข่ายโทรศัพท์กองทัพเรือ โดยเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล เป็นแบบทำงานด้วยคลื่นเสียง รายละเอียดเช่นเดียวกับสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล ฐานทัพเรือลงคลาน โดยติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำที่บริเวณคอสะพานท่าเที่ยบเรือ ฐานทัพเรือพังงา ตำบลที่ละติจูด $05^{\circ}34' 42''$ เหนือ ลองจิจูด $105^{\circ}07' 48''$ ตะวันออก (WGS-๘๔) โดยได้ติดตั้งระหว่างวันที่ ๒๖ เมษายน - ๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ และเปิดใช้ในราชการตั้งแต่วันที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ.๒๕๕๘

เนื่องจากเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยลื่นนามิ กรมอุทกศาสตร์ จึงได้ดำเนินโครงการฟื้นฟูสถานีวัดระดับน้ำฝั่งทะเล้อนdam โดยพื้นที่อ่าวทับสะมุ จ.พังงา เป็นพื้นที่หนึ่งที่จะต้องติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลในโครงการฯ ดังกล่าว กรมอุทกศาสตร์ จึงได้ทำการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลและเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเสียง พร้อมระบบรับส่งข้อมูลระยะไกลด้วย GSM/GPRS Modem ในระหว่างวันที่ ๒๖ - ๒๙ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๘ และเปิดใช้ในราชการตั้งแต่วันที่ ๒๖ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๘ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. ตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำทำด้วยอลูมิเนียมขนาด $40 \times 40 \times 170$ เซนติเมตร ส่วนร่องรับตัวเรือนทำด้วยเหล็กยึดติดกับตัวท่าเที่ยบเรือริเวณคอสะพานท่าเที่ยบเรือ ฐานทัพเรือพังงา ตำบลที่ ละติจูด $05^{\circ}34' 42.50''$ เหนือ ลองจิจูด $105^{\circ}07' 04.50''$ ตะวันออก (WGS-๘๔)

ข. เครื่องวัดระดับน้ำเป็นแบบ ATG ตราอักษร SRD หัวเซนเซอร์ เป็นแบบ Acoustic Transducer โดยมีช่วงการวัด (Measurement Range) ได้ในระยะ ๑๐ เมตร



ค. ส่วนบันทึกข้อมูลภายใน (Internal Data Logger) สามารถเลือกอัตราการวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ตามเวลาที่กำหนด ตั้งแต่ ๑ - ๓๐ นาที และสามารถเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า ๕๐,๐๐๐ ข้อมูล ตัวชุดเครื่องวัดระดับน้ำสามารถใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ ๒๒๐ - ๒๔๐ โวลท์หรือไฟฟ้ากระแสตรง ๑๒ - ๒๔ โวลท์ได้และสามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งการต่อโดยตรง (Direct) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือรับส่งข้อมูลในระยะไกล (Telemetry Link) ได้หลายวิธี

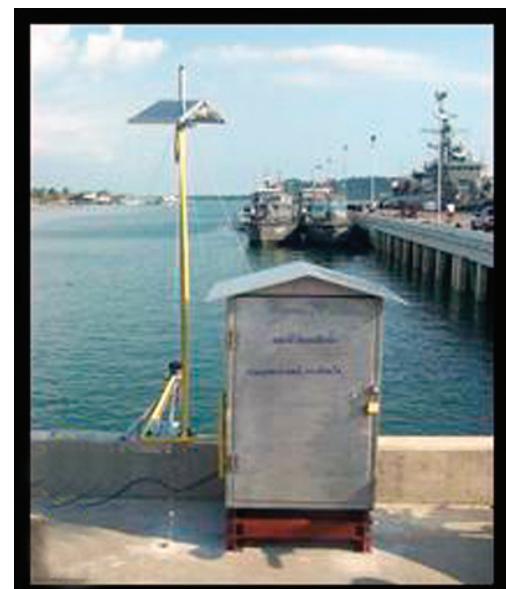
ง. ระบบรับส่งข้อมูลระยะไกล (Telemetry Link) โดยใช้ระบบสื่อสารทางโทรศัพท์ (GSM/GPRS Modem) ตราอักษร WAVECOM รุ่น ๑๓๐๖B



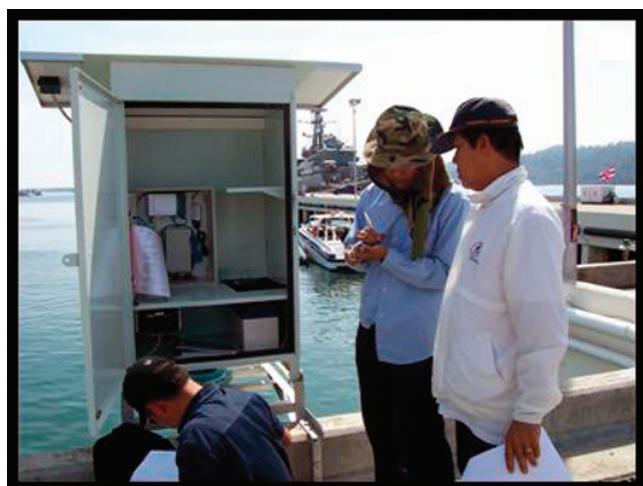
ภาพที่ ๓ - ๓๐ สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ
ก่อนเกิดเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยสึนามิ



ภาพที่ ๓ - ๓๑ สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ
ชั่วคราว หลังเกิดเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยสึนามิ



ภาพที่ ๓ - ๓๒ สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ
ระบบดิจิตอล ทดแทนสถานีเดิมที่ถูกทำลาย



ภาพที่ ๓ - ๓๓ สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ในโครงการ
พื้นฟูสถานีวัดระดับน้ำผังทะเลอันดามัน

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ประกอบด้วย

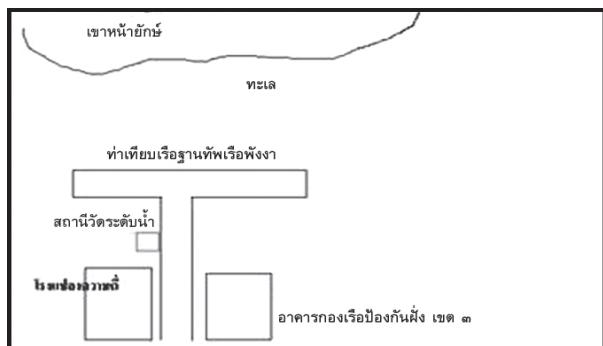
ก. หมุด BMP.๒๐๒๐ ของกรมแผนที่ทหาร อยู่บริเวณกำแพงด้านหน้าประตูทางเข้าวัดเหมืองประชาราม อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา

ข. หมุด รด.อศ.๑ เป็นหมุดทองเหลือง ฝังไว้บนพื้นสะพานท่าเทียนเรือ ฐานทัพเรือพังงา

ค. หมุด รด.อศ.๒ เป็นหมุดหัวน็อต อยู่บริเวณหน้าโรงไฟฟ้า ฐานทัพเรือพังงา

ง. หมุด รด.อศ.๓ เป็นหมุดทองเหลือง อยู่บนถังซีเมนต์ ด้านใต้กองรักษาการณ์ ฐานทัพเรือพังงา

จ. หมุด รด.อศ.๔ เป็นหมุดทองเหลือง อยู่บนถังซีเมนต์ ด้านเหนือกองรักษาการณ์ ฐานทัพเรือพังงา



ภาพที่ ๓ - ๓๔ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ

๓.๒.๑ สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะเกาน้อย ตั้งอยู่ที่เกาะตะเกาน้อย ต.วิชิต อ.เมือง จ.ภูเก็ต ตำบลที่ตั้ง ละติจูด $๑๗^{\circ}๔๙'๕๕''$ เหนือ ลองจิจูด $๘๔^{\circ}๒๕'๓๐''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๒๔ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๒ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๒๕๙ โดยมีเจ้าหน้าที่ประกาศกราบ呈上 กองเครื่องหมายทางเรือ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับและทำการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี

เนื่องจากเหตุการณ์ธารน้ำพิบัติภัยสึนามิ กรมอุทกศาสตร์ จึงได้ดำเนินโครงการพื้นฟูสถานีวัดระดับน้ำฝั่งทะเลอันดามัน พื้นที่เกาะตะเกาน้อย จ.ภูเก็ต เป็นพื้นที่หนึ่งที่จะต้องติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลในโครงการฯ ดังกล่าว กรมอุทกศาสตร์ จึงได้ทำการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลและเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเสียง พร้อมระบบรับส่งข้อมูลระยะไกลด้วยระบบสื่อสารทางโทรศัพท์ เพิ่มที่สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะเกาน้อย ในระหว่างวันที่ ๒๑ - ๒๒ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๒ และเปิดใช้ในราชการตั้งแต่วันที่ ๒๒ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๒ โดยมีรายละเอียดเช่นเดียวกับเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเสียงของสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ

ภาพที่ ๓ - ๓๕ สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะเกาน้อย ก่อนเกิดเหตุการณ์ธารน้ำพิบัติภัยสึนามิ



ภาพที่ ๓ - ๓๖ สถานีวัดระดับน้ำ
เกาะตะเกาน้อย ในโครงการพื้นฟู
สถานีวัดระดับน้ำฝั่งทะเลอันดามัน

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำเก้าตะเกาน้อย ประกอบด้วย

ก. หมุด AS-๑/๒๕๗๐ เป็นหัวหมุดทองเหลืองบนฐานแท่งปูนหล่อรูปสี่เหลี่ยม ที่เก้าตะเกาน้อย

ข. หมุด รด.อศ.๑๐๑ เป็นหมุดซีเมนต์มีตัวปูทองเหลืองฝังไว้ตรงกลาง ระหว่างต้นมะขามด้านหนึ่ง กับบ้านพักหัวหน้าประจำการ

ค. หมุด รด.อศ.๑ เป็นหมุดทองเหลืองอยู่บนถังน้ำ หลังบ้านพักเจ้าหน้าที่ประจำการ

ง. หมุด รด.อศ.๒ เป็นหมุดทองเหลือง อยู่บนแท่นเสาธงประจำการเก้าตะเกาน้อย

จ. หมุด รด.อศ.๓ เป็นหมุดทองเหลือง ฝังอยู่บนพื้นปูนข้างโขดหินใต้ต้นหางนกยูง ภายในสถานีประมงภูเก็ต



หมุด รด.อศ.๑

หมุด รด.อศ.๒

หมุดรด.อศ.๑๐๑

ภาพที่ ๓ - ๓๗ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำเก้าตะเกาน้อย

๓.๒.๑๙ สถานีวัดระดับน้ำเก้าตะรุเตา ตั้งอยู่ที่อุทยานแห่งชาติหมู่เก้าตะรุเตา อ.ละงู จ.สตูล ตำบลที่ดัง ละติจูด $09^{\circ}47' 09''$ เหนือ ลองจิจูด $94^{\circ}34' 00''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๑๕ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำ ระบบแอนะล็อกแบบลูกกลอย ตราอักษร A.OTT หมายเลขเครื่อง ๔๗๓๐ โดยมีลูกจ้างชั่วคราวของ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ดูแลการปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่แผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของค่าระดับและทำการซ่อมบำรุงเป็นประจำทุกปี

ต่อมากลับสถานีวัดระดับน้ำเก้าตะรุเตา ถูกพายุพัดพังเสียหายไม่สามารถใช้ในราชการได้ ในวันที่ ๒๖ ตุลาคม พ.ศ.๒๕๕๙ จึงย้ายที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำ มาติดตั้งที่ต่อม่อสะพานคอนกรีตเดิม ใกล้กับท่าเทียนเรือที่สร้างขึ้นใหม่ในปัจจุบัน เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้ง เป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อก แบบลูกกลอยที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ตราอักษร A.OTT ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. ๒๕๕๘

เนื่องจากเหตุการณ์ภัยน้ำท่วมลุ่มน้ำแม่กลอง กรมอุทกศาสตร์ จึงได้ดำเนินโครงการฟื้นฟูสถานีวัดระดับน้ำฝั่งทะเลียนตามน้ำ พื้นที่เก้าตะรุเตา จ.สตูล เป็นพื้นที่หนึ่งที่จะต้องติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลในโครงการฯ ดังกล่าว กรมอุทกศาสตร์ จึงได้ทำการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลและเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล แบบทำงานด้วยคลื่นเสียง พร้อมระบบรับส่งข้อมูลระยะไกลด้วยระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยติดตั้งที่ท่าเทียนเรืออุทยานแห่งชาติหมู่เก้าตะรุเตา ตำบลที่ตั้งละติจูด $09^{\circ}47' 17.19''$ เหนือ ลองจิจูด $94^{\circ}34' 44.57''$ ตะวันออก ในระหว่างวันที่ ๒๑ - ๒๒ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๘ และเปิดใช้ในราชการตั้งแต่วันที่ ๒๖ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๘ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. ตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำทำด้วยอลูมิเนียมขนาด $40 \times 40 \times 170$ เซนติเมตร ส่วนรองรับตัวเรือนทำด้วยเหล็ก ยึดติดกับโครงสร้างท่าเทียนเรืออุทยานแห่งชาติหมู่เก้าตะรุเตา

ข. เครื่องวัดระดับน้ำเป็นแบบ ATG ตราอักษร SRD หัวเซนเซอร์ เป็นแบบ Acoustic Transducer โดยมีช่วงการวัดได้ในระยะ ๑๐ เมตร จำนวน ๒ เครื่อง

- ค. ล้วนบันทึกข้อมูลภายในสามารถเลือกอัตราการรัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ตามเวลาที่กำหนดตั้งแต่ ๑ - ๓๐ นาที และสามารถเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า ๕๐,๐๐๐ ข้อมูล ตัวชุดเครื่องวัดระดับน้ำสามารถใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ ๒๒๐ - ๒๔๐ โวลท์ หรือไฟฟ้ากระแสตรง ๑๒ - ๒๔ โวลท์ได้ และสามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งการต่อโดยตรงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือรับส่งข้อมูลในระยะใกล้ได้หลายวิธี
- ง. ระบบรับส่งข้อมูลระยะไกลโดยใช้ระบบลือสารผ่านดาวเทียม (Satellite Modem) ตราอักษร Hughes รุ่น Regional BGAN
- จ. ท่อวัดระดับน้ำ เป็นท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔ นิ้ว ๑ ชุด



ภาพที่ ๓ - ๓๔ สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะรุเตา
ก่อนเกิดเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยสึนามิ



ภาพที่ ๓ - ๓๕ สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะรุเตา
ในโครงการพื้นฟูสถานีวัดระดับน้ำฝั่งทะเลอันดามัน

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำเกาะตะรุเตา ประกอบด้วย

- ก. หมุด GPS ๖๓๕ เป็นหัวหมุดทองเหลือง อยู่บนแท่นปูนหล่อรูปสี่เหลี่ยม ด้านหลังพระราชานุสาวรีย์รัชกาลที่ ๕ ที่เกาะตะรุเตา
- ข. หมุด รด.อศ.๑ เป็นหมุดทองเหลืองที่คอละพานท่าเที่ยบเรืออุทยานแห่งชาติหมู่เกาะตะรุเตา ด้านขวา มือเมื่อหันหน้าออกทะเล

ค. หมุด รด.อศ.๒ เป็นหมุดทองเหลือง อยู่บนถังน้ำหลังบ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยานฯ

ง. หมุด รด.อศ.๓ หมุดเป็นเนื้อตสแตนเลส ฝังไว้ข้างเสาธงที่ทำการอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะตะรุเตา

จ. หมุด รด.อศ.๔ หมุดเป็นเนื้อตสแตนเลส ฝังไว้ปลายละพานท่าเที่ยบเรือเกาะตะรุเตาด้านใต้ ห่างจากสถานีน้ำ ๕ เมตร



ภาพที่ ๓ - ๔๐ หมุดระดับประจำ
สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะรุเตา

หมุด GPS ๖๓๕

หมุด รด.อศ.๔



สำนักงานคลื่นลมสถาบันการสอนอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

๓.๓ สถานีวัดระดับน้ำทางเทือกภูเขาพิบัติภัยลีนามิ

จากเหตุการณ์ภัยพิบัติภัยลีนามิ กรมอุทกศาสตร์ได้ติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำเพิ่มขึ้นอีก ๙ สถานี โดยแบ่งเป็นสถานีที่ตั้งอยู่บนเกาะห่างจากชายฝั่ง จำนวน ๕ สถานี ได้แก่ สถานีวัดระดับน้ำเกาะสุรินทร์ จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำเกาะเมียง จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำเกาะราชาň้อย จ.ภูเก็ต และสถานีวัดระดับน้ำเกาะตะรุเตา จ.สตูล และสถานีที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่ง จำนวน ๔ สถานี ได้แก่ สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือเอนกประสงค์ระนอง จ.ระนอง สถานีวัดระดับน้ำครุระบุรี จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ฐานทัพเรือพังงา จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะเกาน้อย จ.ภูเก็ต และ สถานีวัดระดับน้ำกันตัง (ท่าเทียนเรือบ้านเจ้าไท) อ.กันตัง จ.ตรัง ซึ่งข้อมูลระดับน้ำตามสถานีฯดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานีที่อยู่บนเกาะ ห่างจากชายฝั่งจะเป็นส่วนช่วยให้ระบบการเตือนภัยพิบัติมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยกรมอุทกศาสตร์สามารถส่งข้อมูลระดับน้ำตามเวลาจริงให้กับศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติได้อีกทางหนึ่งด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลระดับน้ำที่ครอบคลุมทั่วอ่าวไทยและทะเลเหลือด้านน้ำ ตามนโยบายของกรมอุทกศาสตร์ โดยกองสมุทรศาสตร์ เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการขยายสถานีการตรวจวัดระดับน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่ดังกล่าว กองสมุทรศาสตร์ จึงมีแผนในการสร้างสถานีวัดระดับน้ำเพิ่มเติมบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทย ตั้งแต่ จ.ชลบุรี จนถึง จ.ตราด จำนวน ๗ สถานี ได้แก่ สถานีวัดระดับน้ำแหลมมาร์แซด ฐานล่นกำลังบำรุงตราด จ.ตราด สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุดสา荷รุมมหาตาพุด จ.ระยอง และสถานีวัดระดับน้ำนิคมอุดสา荷รุมแหลมฉบัง จ.ชลบุรี

๓.๓.๑ สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือเอนกประสงค์ระนอง จ.ระนอง ตำบลที่ตั้ง ละติจูด $๑๐^{\circ} ๐๐' ๒๕.๒๐''$ เหนือลองจิจูด $๘๔^{\circ} ๓๖' ๒๔.๘๘''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๒๖ มีนาคม พ.ศ.๒๕๖๖ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล แบบทำงานด้วยคลื่นเลี้ยง ตราอักษร SRD โดยมีรายละเอียดเช่นเดียวกันกับเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเลี้ยงของสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ



ภาพที่ ๓ - ๔๑ สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือเอนกประสงค์ระนอง

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำท่าเรือเอนกประสงค์ระนอง ประกอบด้วย (ความสูงเป็นเมตรจากระดับท่่าเฉลี่ยโลกโลก)

ก. หมุด RN.๑ อยู่บริเวณเสาธงศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน กิโลเมตรที่ ๓ ทางเข้าเมืองระนอง ความสูง + ๑๖.๐๐๓๔ เมตร

ข. หมุด RN.๓ อยู่บริเวณตู้ยามตำรวจนครบาล ต.ปากน้ำ แยกทางลงไปท่าเรืออันดามัน ความสูง + ๕.๙๔๗ เมตร

ค. หมุด RN.๔ อยู่บริเวณศูนย์บ่มาร์ต สำหรับน้ำเข้า - ส่งออกเบ็ดเสร็จ ความสูง + ๒๔.๐๑๓ เมตร

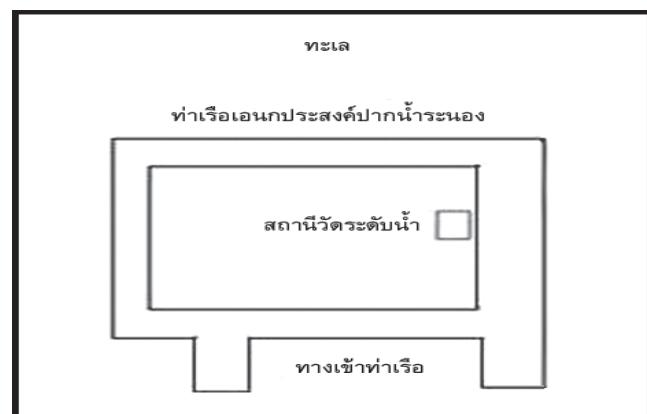
ง. หมุด รด.อศ.๑ อยู่บริเวณท่าเรือเอนกประสงค์ ความสูง + ๓.๙๐๔ เมตร

จ. หมุด รด.อศ.๒ อยู่บริเวณท่าเรือเอนกประสงค์ ความสูง + ๓.๙๑๔ เมตร

ฉ. หมุด รด.อศ.๓ อยู่บริเวณท่าเรือเอนกประสงค์ ความสูง + ๓.๙๐๔ เมตร



ภาพที่ ๓ - ๔๑ หมู่คระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำท่าเรือเอนกประสงค์ระนอง



ภาพที่ ๓ - ๔๓ แผนผังที่ตั้ง^๓
สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือ^๓
เอนกประสงค์ระนอง

๓.๓.๒ สถานีวัดระดับน้ำครุระบุรี จ.พังงา ตำบลที่ตั้ง ละติจูด $๐๙^{\circ}๑๓'๓๗''$ เหนือ ลองจิจูด $๙๔^{\circ}๒๒'๔๖.๕๒''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๒๖ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเลี้ยง ตราอักษร SRD โดยมีรายละเอียดเช่นเดียวกับเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเลี้ยงของสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับสะมุ



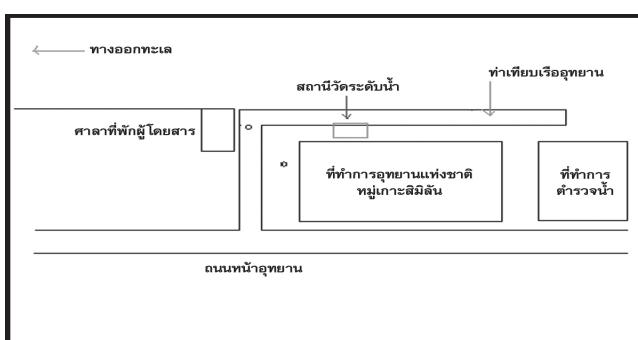
ภาพที่ ๓ - ๔๔ สถานีวัดระดับน้ำครุระบุรี

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำคุระบุรี ประจำรอบด้วย (ความสูงเป็นเมตรจากระดับทะเลปานกลาง)

- ก. หมุด รด.อศ.๑ อยู่บริเวณโคนสะพานท่าเที่ยบเรือ ความสูง + ๒.๒๕๐๘ เมตร
- ข. หมุด รด.อศ.๒ อยู่บริเวณกลางสะพานท่าเที่ยบเรือ ความสูง + ๒.๕๗๓๙ เมตร
- ค. หมุด รด.อศ.๓ อยู่บริเวณโรงเรียนบ้านหินลาด บริเวณหลังกิโลเมตรที่ ๗๗๑ ความสูง+ ๒๒.๗๙๙๙ เมตร



ภาพที่ ๓ - ๔๕ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำคุระบุรี



ภาพที่ ๓ - ๔๖ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำคุระบุรี

๓.๓.๓ สถานีวัดระดับน้ำกันตัง (ท่าเที่ยบเรือบ้านเจ้าใหม่) จ.ตรัง ตำบลที่ตั้ง ละติจูด ๐๗°๑๔'๒๕.๒๐" เหนือ ลองจิจูด ๑๓°๒๔'๐๗.๗๔" ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๒๖ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้ง เป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล แบบทำงานด้วยคลื่นเสียง ตราอักษร SRD โดยมีรายละเอียดเช่นเดียวกันกับ เครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเสียงของสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ



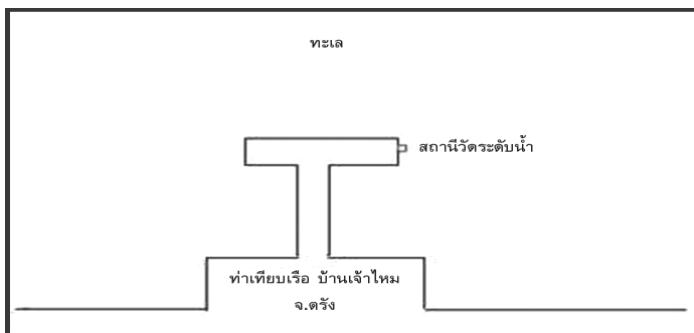
ภาพที่ ๓ - ๔๗ สถานีวัดระดับน้ำกันตัง (ท่าเที่ยบเรือบ้านเจ้าใหม่)

หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำกันดัง ประกอบด้วย

- ก. หมุด พท.ทหาร BMP. ๕๙๑ อยู่บริเวณสถานีรถไฟ
- ข. หมุด รด.อศ.๑ อยู่บริเวณปลายสะพานรูปตัวที (T) ด้านใน
- ค. หมุด รด.อศ.๒ อยู่บริเวณกลางสะพานด้านซ้าย เมื่อหันหน้าออกทะเล
- ง. หมุด รด.อศ.๓ อยู่บริเวณข้างอาคารที่ทำการท่าเทียนเรือ



ภาพที่ ๓ - ๔๔ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำกันดัง



ภาพที่ ๓ - ๔๕ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำกันดัง

๓.๓.๔ สถานีวัดระดับน้ำเกาะสุรินทร์ จ.พังงา ตำบลที่ตั้ง ละติจูด $๐๘^{\circ}๔๕'๗๐.๐''$ เหนือ ลองจิจูด $๙๗^{\circ}๔๐'๒๑.๐''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการคราวันที่ ๒๖ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้ง เป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล แบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำอันเนื่องมาจากความลึก(Pressure Tide Gauge) ตราอักษร IMPRESS โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

ก. ตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำทำด้วยอลูมิเนียมขนาด $๔๐ \times ๔๐ \times ๑๒๐$ เซนติเมตร ติดตั้งบนฐานชีเมเนต์บนโขดหินของเกาะสุรินทร์ได้

ข. เครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลเป็นแบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำ เนื่องมาจากความลึกตราอักษร IMPRESS หัวเซนเซอร์เป็นแบบ IMPoT Detachable Transmitter โดยสามารถทำการวัดได้ถึงความลึก (Depth) ๒๐๐ เมตร จำนวน ๒ เครื่อง

ค. ส่วนควบคุมการทำงานและบันทึกข้อมูล (Ethernet Data Acquisition & Logger Unit) รุ่น NDACS ๖๐๐๘ FM สามารถบันทึกข้อมูลได้ ๕๕,๐๐๐ ข้อมูลการวัด

ง. ระบบรับส่งข้อมูลระยะไกล โดยใช้ระบบลีอฟาร์ผ่านดาวเทียม ตราอักษร Hughes รุ่น Regional BGAN หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำเกาะสุรินทร์เป็นหมุดหัวน้อย หล่อไว้บริเวณที่ติดตั้งหัวเซนเซอร์



ຮະດັບນໍ້າ
ໃນບ່ານນໍ້າໄກຍ

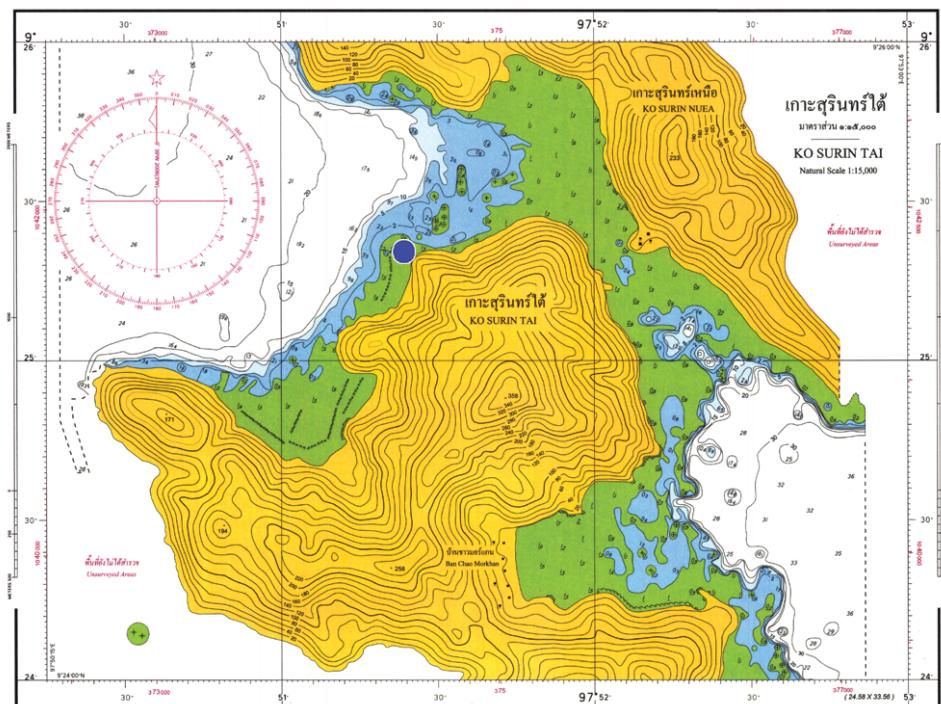
ມ້າງຄວາມຄລ້າຍວັນສກາປານກາຮມຖຸກຕາສຕ່ຽງ ຄວບອອນ ៨១ ປີ



ກາພທີ ៣ - ៥០ ສະຖານະວັດທະນານໍ້າ
ເກະສຸຣິນທີ



ກາພທີ ៣ - ៥១ ທຸມດະຣະດັບປະຈຳສະຖານະວັດທະນານໍ້າເກະສຸຣິນທີ



ກາພທີ ៣ - ៥២ ແຜນທີ່ຕັ້ງສະຖານະວັດທະນານໍ້າເກະສຸຣິນທີ (ຈຸດລືນໍ້າເງິນ)

៣.៣.៥ ສະຖານະວັດທະນາເກະເມີນຢູ່ເກະສຸຣິນທີ ຈ.ພັງງາ ຕຳມານທີ່ຕັ້ງ ລະດີຈຸດ $0^{\circ} 45' 0.75''$ ເຫັນຈຸດ $27^{\circ} 37' 40.55''$ ດະວັນອອກ ເປີໃຊ້ໃນຮາຊກາວວັນທີ ២៦ ວັນວານາມ ພ.ສ.២៥៤៤ ເຄື່ອງວັດທະນາທີ່ຕັ້ງ ເປັນເຄື່ອງວັດທະນໍາຮະບົບດິຈິຕອລແບບທຳກຳດ້ວຍການເປົ່າຍືນແປ່ງຄວາມກົດດັນນໍ້າອັນເນື່ອມາຈັກຄວາມລຶກ ຕຣາອັກຊ່າ
IMPRESS ໂດຍມີຮາຍລະເອີຍເຊັ່ນເດືອນກັນກັບເຄື່ອງວັດທະນາເກະສຸຣິນທີ



ภาพที่ ๓ - ๕๓ สถานีวัดระดับน้ำเก่าเมือง

ภายหลังเหตุการณ์ธรณีพิบบตภัยสึนามิ ก่อนที่จะมีการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล พร้อมระบบรับส่งข้อมูลระยะไกลตามที่กล่าวมาแล้ว ได้มีการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลชั่วคราวที่เกาะเมียง ในวันที่ ๒๐ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ ณ ตำบลที่ ละติจูด $0๙^{\circ}๔๘'๐๘''$ เหนือ ลองจิจูด $๑๗^{\circ}๓๔'๐๘''$ ตะวันออก โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้ง เป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล แบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำอันเนื่องมาจากความลึก ตัวเครื่องวัดระดับน้ำเป็นรุ่น Model SLM - ๒ B ของบริษัท W.S. OCEAN SYSTEMS ซึ่งตั้งอยู่ในสหราชอาณาจักร ในตัวเครื่องประกอบด้วยหน่วยความจำ (Memory Unit) ขนาด ๒๕๖ KB และหน่วยประมวลผล (Processor Unit) พร้อมระบบรับส่งข้อมูลไร้สายด้วยคลื่นวิทยุย่าน UHF ความถี่ ๔๕๐ - ๔๖๐ MHz โดยแบ่งเป็น ชุดส่งข้อมูล RFM ๕๖/๓๔ W และตัวเครื่องรับรุ่น RFM ๕๖/๒๔W ผลิตในสหรัฐอเมริกา สามารถส่งสัญญาณได้ไกลสุดประมาณ ๔๐ - ๕๐ กิโลเมตร

ข. ระบบพลังงานใช้แบตเตอรี่ขนาด ๑๒ โวลท์ ๔๕ - ๗๐ แอม培ร์ จำนวน ๒ ถูก ติดตั้งที่สถานีวัดระดับน้ำ

ค. ระบบการแสดงผลข้อมูลระดับน้ำ แสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลจะมีการเปลี่ยนแปลง (Update) ทุก ๒ นาที ตามที่ตั้งไว้ในเครื่องวัดระดับน้ำ



ภาพที่ ๓ - ๕๔ สถานีวัดระดับน้ำเก่าเมือง
ระบบดิจิตอลชั่วคราว

๓.๓.๖ สถานีวัดระดับน้ำเก่าราชาňออย จ.ภูเก็ต ตำบลที่ตั้ง ละติจูด $๐๗^{\circ}๒๕'๓๕.๗๗''$ เหนือ ลองจิจูด $๙๔^{\circ}๑๔'๔๔.๐''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๒๖ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำอันเนื่องมาจากความลึกตราอักษร IMPRESS โดยมีรายละเอียดเช่นเดียวกันกับเครื่องวัดระดับน้ำเก่าสูรินทร์



๔๖

ระดับน้ำ ในทะเลไทย

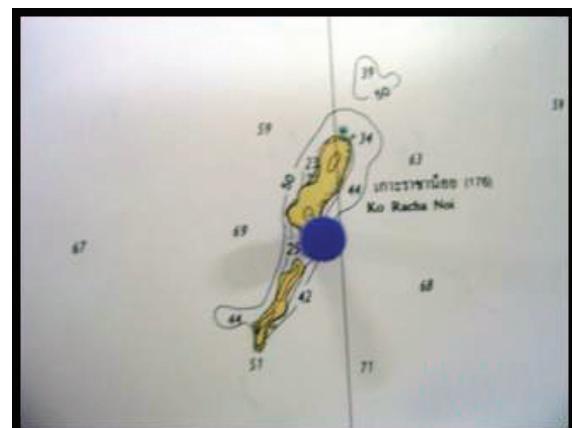
สำนักวิจัยและพัฒนาส่วนภูมิภาคภาคใต้ ครบรอบ ๕๖ ปี



ภาพที่ ๓ - ๕๕ สถานีวัดระดับน้ำ
เกาะราชาň้อยระบบดิจิตอล



ภาพที่ ๓ - ๕๖ หมุดระดับ
ประจำสถานีวัดระดับน้ำ
เกาะราชาň้อย



ภาพที่ ๓ - ๕๗ แผนที่ที่ตั้งสถานี
วัดระดับน้ำเกาะราชาň้อย



ภาพที่ ๓ - ๕๘ การติดตั้งหัวเซนเซอร์ของเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล
ที่เกาะราชาň้อย

๓.๓.๗) สถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมชาติ ฐานส่งกำลังบำรุงตราช ฐานทัพเรือสัตหีบ จ.ตราด ตำบลที่ดัง ละติจูด ๑๒°๐๐'๐๐.๐" เหนือ ลองจิจูด ๑๐๖°๔๙'๔๔.๐" ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๗ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๙ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลแบบทำงานด้วยคลื่นเสียงโดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้



ภาพที่ ๓ - ๕๙ สถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมชาติ
ฐานส่งกำลังบำรุงตราช

ก. ตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำทำด้วยอลูมิเนียมขนาด ๕๕ x ๓๐ x ๑๐ เซนติเมตร ส่วนรองรับตัวเรือนทำด้วยเหล็กยึดติดกับฐานสถานีวัดระดับน้ำเดิมของโครงการ ROD

ข. หัวเซนเซอร์ เป็นแบบ Ultrasonic รุ่น DCU - ๑๐๔ สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของระยะระหว่างหัวเซนเซอร์ ถึงผิวน้ำได้ในระยะ ๐.๖ - ๑๕ เมตร (โดยจะต้องติดตั้งเซนเซอร์ให้อยู่สูงกว่าผิวน้ำอย่างน้อยที่สุด ๐.๖ เมตร หรือ ๒ ฟุต)

ค. ส่วนบันทึกข้อมูล เป็นรุ่น CR - ๕๐ สามารถบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ตามเวลาที่กำหนด เช่น ๑ - ๓๐ นาที และสามารถเก็บข้อมูลได้ในหน่วยความจำได้ไม่น้อยกว่า ๖๐,๐๐๐ ข้อมูล สามารถเรียกดูข้อมูลระยะไกลผ่าน Line Modem หรือ Radio Modem ได้

ง. ชุด Modem เป็นรุ่น COM100 Line Telephone Modem ใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลและ Load ข้อมูล จากสถานีฯ ระยะไกลผ่านสายโทรศัพท์ เมื่อได้รับการสนับสนุนคู่สายโทรศัพท์ของกองทัพเรือ ๑ เลขหมาย ก็จะสามารถใช้ในการรับส่งข้อมูลของสถานีวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลนี้ได้

จ. ชุด Power Supply ประกอบด้วยชุด Charger และแบตเตอรี่ ภายในแบบ Rechargeable ซึ่งสามารถแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยแผงโซลาร์เซลล์ หรือไฟฟ้ากระแสตรง ๑๘ โวลท์ จากภายนอกเพื่อจ่ายให้ชุดชาร์จแบตเตอรี่ ภายในเครื่องได้

ฉ. ชุดแผงโซลาร์เซลล์ ประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ Output ๑ โวลท์ DC ๑๐ วัตต์ ๒ แผงต่ออนุกรมกันหมุนระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมชาติ คือ หัวหมุด P๑ หมุดเป็นน็อตสแตนเลส ผิงไว้ที่ขอบสะพานทำเทียบเรือ

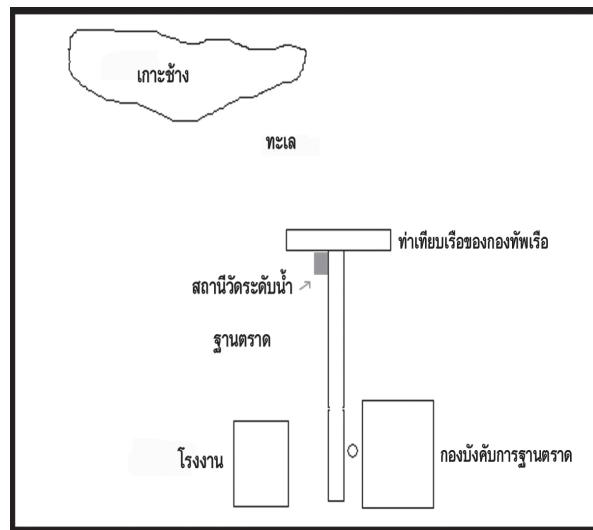


ภาพที่ ๓ - ๖๐ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมชาติ



สำนักงานคล้ายวิวน้ำทางการมุทกค่าสต์ ครบรอบ ๘๖ ปี

ภาพที่ ๓ - ๖๑ แผนผังที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำ
แหลมธรรมชาติ



ภาพที่ ๓ - ๖๒ ภายในสถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมชาติ

๓.๓.๔ สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ.ระยอง ตำบลที่ตั้ง ละติจูด $๑๗^{\circ} ๔๐' \text{ } ๕๖.๐๗''$ เหนือ
ลองจิจูด $๑๐๑^{\circ} ๐๕' \text{ } ๐๙.๓''$ ตะวันออก เปิดใช้ในราชการวันที่ ๖ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็น^๑
เครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล แบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำ อันเนื่องมาจากความลึก ตราอักษร
Level Troll โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้



ภาพที่ ๓ - ๖๓ สถานีวัดระดับน้ำ
นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด
ระบบดิจิตอล

ก. ติดตั้งตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำ บริเวณท่าเที่ยบเรือสินค้าเคมีภัณฑ์เหลว ด้านทิศเหนือในนิคม
อุตสาหกรรมมาบตาพุด สร้างตัวเรือนสถานีวัดระดับน้ำ เป็นตู้เหล็กขนาด $0.0 \times 0.5 \times 0.5$ เมตร

ข. เครื่องวัดระดับน้ำทำด้วยไททาเนียม (Titanium) ตราอักษร Level Troll รุ่น Level Troll ๕๐๐ โดยใช้
แหล่งพลังงานแบตเตอรี่ภายใน ขนาด ๓.๖ โวลท์ สามารถใช้งานได้ ๕ ปี หรือเก็บข้อมูลการวัดได้ ๒,๐๐๐,๐๐๐ ข้อมูล

ค. สามารถตั้งการวัดแบบ Linear ได้โดยตั้งระยะเวลาได้ตั้งแต่ ๑ นาที จนถึง ๔๙ วัน โดยหน่วยความจำ
มีขนาดความจุ ๑ MB (มากกว่า ๐๐๐,๐๐๐ ข้อมูล)

ง. ติดตั้งหัวเซนเซอร์ ไว้ภายในท่อ PVC ขนาดเล็กผ่าศูนย์กลาง ๓ นิ้ว ยาว ๔ เมตร ยึดด้วยสายเคเบิลไทด์
โดยไม่ให้หัวเซนเซอร์ แกะงหรือขยับขึ้นลงได้

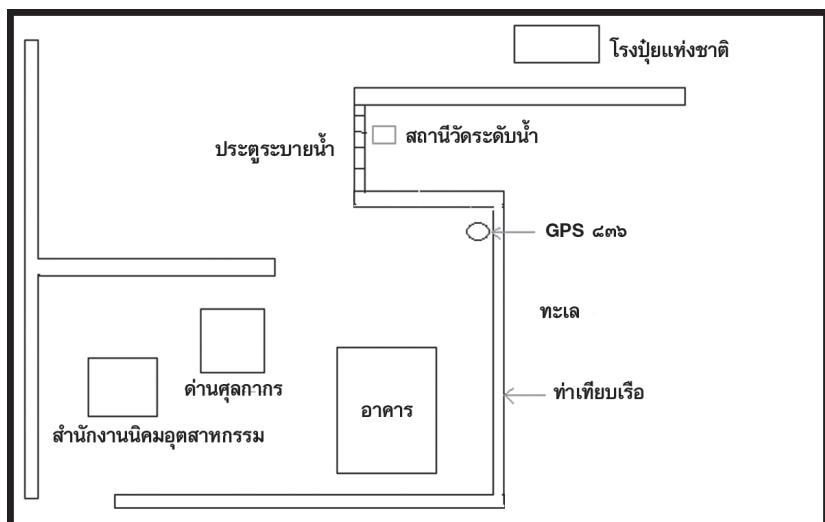
หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมหาบตาพุด ประกอบด้วย

ก. หมุด GPS จท.๔๗๖ เป็นหัวหมุดสักดิ์ ตรงกลางฝังหมุดทองเหลือง ขนาดเล็กผ่าศูนย์กลาง ๓ นิ้ว อยู่บริเวณมุมเขื่อนกันตลิ่งพังด้านทิศเหนือ เลยกจากประตูระบายน้ำขึ้นไป

ข. หมุด GPS จท.๔๗๖ เป็นหัวหมุดสักดิ์ ตรงกลางฝังหมุดทองเหลือง ขนาดเล็กผ่าศูนย์กลาง ๓ นิ้ว อยู่บริเวณมุมท่าเรือของการนิคมอุตสาหกรรมมหาบตาพุด ด้านทิศเหนือ ใกล้กับที่จอดเรือบริษัท เอส ซี



ภาพที่ ๓ - ๖๕ หมุดระดับประจำสถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมหาบตาพุด



ภาพที่ ๓ - ๖๕ แผนผังที่ตั้งสถานี
วัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมหาบตาพุด

๓.๓.๙ สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จ.ชลบุรี ตำบลที่ตั้งบริเวณท่าเทียนเรือ หมายเลข C๐ ใกล้กับสถานีวัดระดับน้ำของการท่าเรือแห่งประเทศไทยด้านทิศเหนือ เปิดใช้ในราชการวันที่ ๕ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ เครื่องวัดระดับน้ำที่ติดตั้งเป็นเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล แบบทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงความกดดันน้ำอันเนื่องมาจากความลึก ตราอักษร Level Troll โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้



ภาพที่ ๓ - ๖๖ สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง



ມະນຸຍາລັດວະພານສາກາລືດຕະຖານ

ຄວບຄອງ ៤១ ឆ្នាំ

ກ. ត້າວເຮືອນສານີວັດຮະດັບນ້ຳທຳດ້ວຍອລູມີເນີຍມຂນາດ ៥៥ x ៧០ x ១០ មິლິແມෝຣ ສ່ວນຮອງຮັບຕ້ວເຮືອນທຳດ້ວຍເຫຼັກ ຍືດຕິດກັບໂຄງສ້າງຂອງທ່າເທິຍເວີນີຄົມອຸດສາຫກຮຽມແຫລມຈົບັງ

ខ. ເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳທຳດ້ວຍໄທທາເນີຍມ ຕຣາອັກຊຣ Level Troll ຮຸນ Level Troll ៥០០ ໂດຍໃຊ້ແລ່ງພລັງງານແບຕເທອງເວີກາຍໃນ ຂນາດ ៣.៦ ໂວລ໌ ສາມາຮັດໃຊ້ງານໄດ້ ៥ ປີ ທີ່ ແກ້ວຂໍ້ມູນກາຮັດໄດ້ ៥,០០០,០០០ ຂໍ້ມູນ

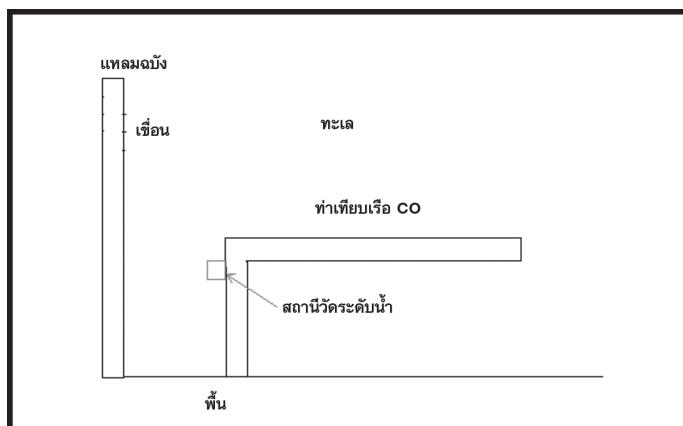
ກ. ສາມາຮັດຕັ້ງກາຮັດແບນ Linear ໄດ້ໂດຍຕັ້ງຮະຍະເວລາໄດ້ຕັ້ງແຕ່ ១ ນາທີ ຈນຕຶງ ៤៥ ວັນ ໂດຍໜ່ວຍຄວາມຈຳມືຂນາດຄວາມຈຸ່າ ១ MB (ມາກກວ່າ ៦០០,០០០ ຂໍ້ມູນ)

ງ. ຕິດຕັ້ງຫົວເໜີ່ໂຮ້ ໄວ້ກາຍໃນທ່ອ PVC ຂນາດເລັ້ນຜ່າສູນຢັກລາງ ៣ ນິ້ວ ຍາວ ៤ ມີຕຣ ຍືດດ້ວຍສາຍເຄເບີລໄທດ໌ ໂດຍໄມ້ໃຫ້ຫົວເໜີ່ໂຮ້ ແກ່ງໜ້ອງຂັ້ນຂຶ້ນໄດ້

ໜຸດຮະດັບປະຈຳສານີວັດຮະດັບນ້ຳນີຄົມອຸດສາຫກຮຽມແຫລມຈົບັງ ເປັນໜຸດພຸກເຫຼັກ ທ່າເຮືອ Co ເປັນຮູບກາກບາຫບນພຸກເຫຼັກຂອງກາຮັດທ່າເຮືອແຫ່ງປະເທດໄທຍບວເນກລາງເຂື່ອນດ້ານທີ່ ທ່າເຮືອ Co ນີຄົມອຸດສາຫກຮຽມແຫລມຈົບັງ



ກາພທີ ៣ - ៦៧ ຜຸດຮະດັບປະຈຳສານີວັດຮະດັບນ້ຳນີຄົມອຸດສາຫກຮຽມແຫລມຈົບັງ

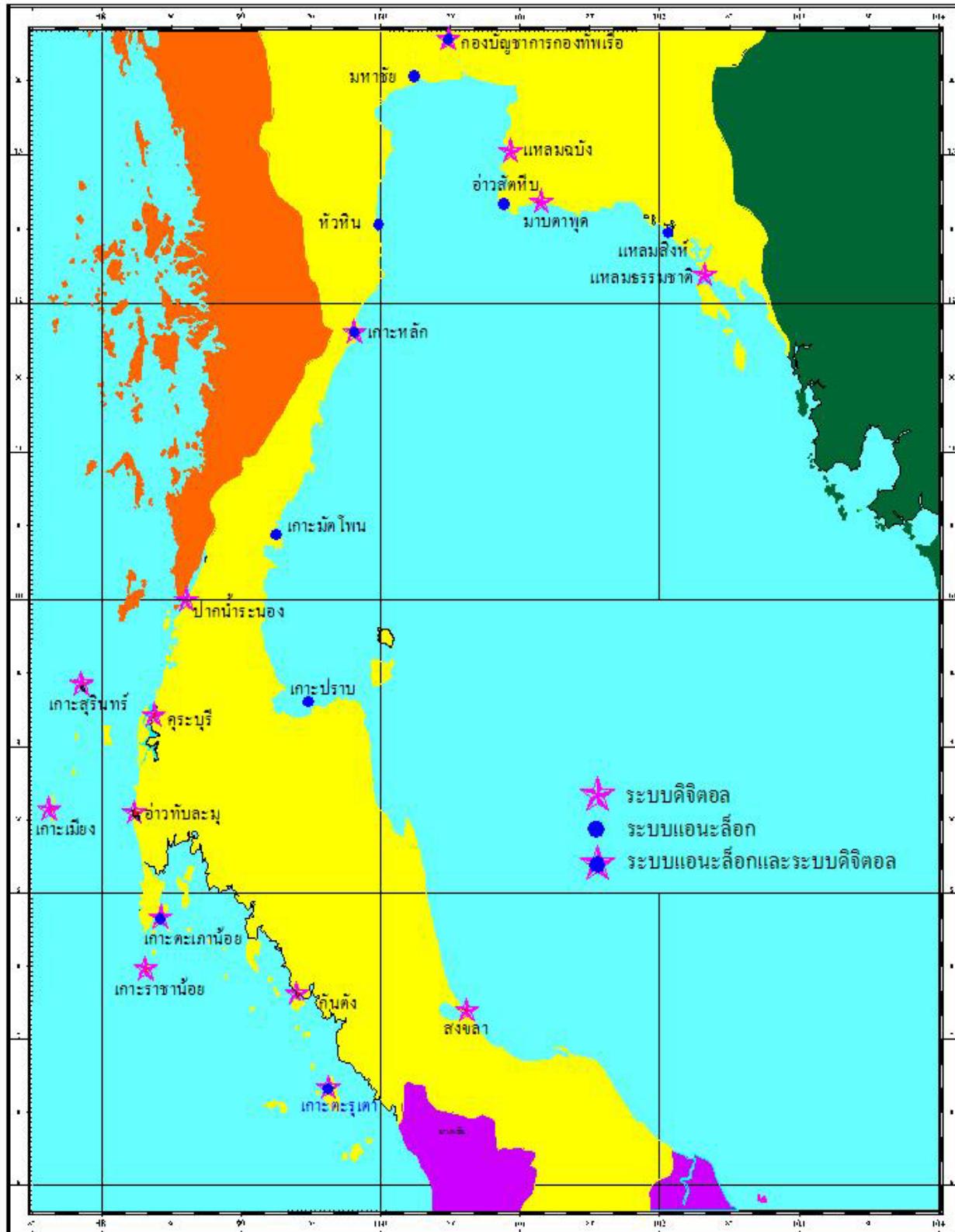


ກາພທີ ៣ - ៦៨ ແພນຝັກທີ່ຕັ້ງສານີວັດຮະດັບນ້ຳ ນີຄົມອຸດສາຫກຮຽມແຫລມຈົບັງ

៣.៤ ເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳພຽມອຸປະກລົມປະກອບຕັ້ງແຕ່ອົດຕືຟີປ່າຈຸບັນ

ສະຖານັກສານີວັດຮະດັບນ້ຳຂອງກາຮັດທ່າເຮືອ Co ທີ່ຕັ້ງຢູ່ໃນນ່າມ ນ້າໄທທີ່ມີການຕັ້ງແຕ່ອົດຕືຟີປ່າຈຸບັນ ຈຳນວນ ៤១ ສານີ ທີ່ມີການຕັ້ງຢູ່ໃນນ່າມ ນ້າໄທທີ່ມີການຕັ້ງແຕ່ອົດຕືຟີປ່າຈຸບັນ ແລ້ວມີການຕັ້ງແຕ່ອົດຕືຟີປ່າຈຸບັນ ແລ້ວມີການຕັ້ງແຕ່ອົດຕືຟີປ່າຈຸບັນ ແລ້ວມີການຕັ້ງແຕ່ອົດຕືຟີປ່າຈຸບັນ

៣.៤.១ ສານີວັດຮະດັບນ້ຳທີ່ເປັນຮະບນແຄນະລືອກທີ່ໃຊ້ເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳຮະບນແຄນະລືອກແບນທຳການດ້ວຍກາເຄລື່ອນທີ່ຂອງລູກລອຍ ໂດຍໄມ້ມີເຄື່ອງວັດຮະດັບນ້ຳຮະບນດິຈິຕອລ ຕິດຕັ້ງເສົ່ວມືຈຳນວນ ៦ ສານີ ອີ່ ສານີວັດຮະດັບນ້ຳ ອົດຕືຟີປ່າຈຸບັນ ຈ.ຊລບູຮີ ສານີວັດຮະດັບນ້ຳແຫລມລົງທີ່ ຈ.ຈັນທບຽຮີ ສານີວັດຮະດັບນ້ຳມາຫາຊຍ ຈ.ສມຸතຣສາກຣ ສານີວັດຮະດັບນ້ຳຫົວໜີ ຈ.ປະຈົບປະເຈົ້າ ສານີວັດຮະດັບນ້ຳເກາະມັດໂພນ ຈ.ຊົມພຣ ແລ້ວສານີວັດຮະດັບນ້ຳເກາະປຣານ ຈ.ສຸວະກົງຮູ້ຮານ



ภาพที่ ๓ - ๖๓ แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำ ของกรมอุทกศาสตร์



ประจำเดือนกันยายน สถาบันการอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

๓.๔.๒ สถานีวัดระดับน้ำที่เป็นระบบแอนะล็อก ที่ใช้เครื่องวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อก แบบทำงานด้วยการเคลื่อนที่ของลูกกลอยโดยมีเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอล ติดตั้งเสริมมี จำนวน ๕ สถานี คือ สถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ จ.กรุงเทพมหานคร สถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะเกน้อย จ.ภูเก็ต และสถานีวัดระดับน้ำเกาะตะรุเตา จ.สตูล

๓.๔.๓ สถานีวัดระดับน้ำที่เป็นระบบดิจิตอล โดยติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลเพียงระบบเดียวมีจำนวน ๑๑ สถานี คือ สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จ.ชลบุรี สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ.ระยอง สถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมชาติ จ.ตราด สถานีวัดระดับน้ำสงขลา จ.สงขลา สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือ อโนกประสงค์ จ.ระนอง สถานีวัดระดับน้ำคุระบุรี จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำกันตัง (ท่าเที่ยบเรือบ้านเจ้าใหม่) จ.ตรัง สถานีวัดระดับน้ำเกาะสุรินทร์ จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำเกาะเมียง หมู่เกาะลิมลัน จ.พังงา และสถานีวัดระดับน้ำเกาะราชาň้อย จ.ภูเก็ต

๓.๔.๔ สถานีวัดระดับน้ำระบบแอนะล็อกที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำระบบดิจิตอลเสริม และสถานีที่เป็นระบบดิจิตอลเพียงระบบเดียวตามข้อ ๓.๔.๒ และ ๓.๔.๓ สามารถแบ่งได้ตามขีดความสามารถการรับส่งข้อมูลในเวลาเดียวกับการตรวจวัด ได้ดังนี้

๓.๔.๔.๑ สถานีที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกับการตรวจวัด มีจำนวน ๑๑ สถานี คือ สถานีวัดระดับน้ำหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ จ.กรุงเทพมหานคร สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะเกน้อย จ.ภูเก็ต สถานีวัดระดับน้ำเกาะตะรุเตา จ.สตูล สถานีวัดระดับน้ำสงขลา จ.สงขลา สถานีวัดระดับน้ำท่าเรืออโนกประสงค์ จ.ระนอง สถานีวัดระดับน้ำคุระบุรี จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำกันตัง (ท่าเที่ยบเรือบ้านเจ้าใหม่) จ.ตรัง สถานีวัดระดับน้ำเกาะสุรินทร์ จ.พังงา สถานีวัดระดับน้ำเกาะเมียง หมู่เกาะลิมลัน จ.พังงา และสถานีวัดระดับน้ำเกาะราชาň้อย จ.ภูเก็ต

๓.๔.๔.๒ สถานีที่ยังไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกับการตรวจวัด มีจำนวน ๕ สถานี คือ สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จ.ชลบุรี สถานีวัดระดับน้ำนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ.ระยอง สถานีวัดระดับน้ำแหลมธรรมชาติ จ.ตราด และสถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์

๔ ๔ ๔ ๔ ๔ ๔

บทที่ ๔

การคำนวณระดับน้ำของกองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์

๔.๑ ทฤษฎีระดับน้ำ

มนุษย์ที่อาศัยอยู่ชายทะเลได้สังเกตเห็นการขึ้น ลงของระดับน้ำมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว และสรุปได้ว่าการขึ้น ลงของระดับน้ำนั้นมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ตั้งแต่ก่อนคริสต์กาล อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจใน ปรากฏการณ์การขึ้น ลงของระดับน้ำอย่างแท้จริงเกิดขึ้นหลังจากที่ เชอร์ ไอแซค นิวตัน พ.ศ. ๒๗๔๕-๒๗๗๐ (ค.ศ. ๑๖๔๓-๑๗๒๖) ได้ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravitational Force) อาการการขึ้นลงของระดับน้ำก็เปรียบ เสมือนคลื่นน้ำตื้น (Shallow Water - Wave) ซึ่งมีความยาวคลื่นมากนับหลายพันกิโลเมตร และมีความสูงคลื่น อยู่ในเกณฑ์ ๐-๐๕ เมตรหรือมากกว่า อนุภาคน้ำในมหาสมุทรทุกระดับความลึกนั้นต่างก็อยู่ภายใต้อิทธิพลของ แรงดึงดูดจากดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น

๔.๑.๑ แรงที่ทำให้เกิดการขึ้นลงของระดับน้ำ (Tide-Generating Force)

กฎความโน้มถ่วงของนิวตันกล่าวไว้ว่า อนุภาคต่างๆ ที่มีมวลในจักรวาลนี้ต่างก็มีแรงดึงดูดกระทำต่อกัน โดยแรงดึงดูดมีขนาดเป็นสัดส่วนตรงกับมวลของมัน และเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะห่างระหว่างมวลดังกล่าวยก กำลังสอง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$\text{แรงดึงดูดระหว่างมวลหรือแรงโน้มถ่วง} = GM_1 M_2 / R^2$$

เมื่อ G คือ ค่าคงตัวของแรงโน้มถ่วง (Universal Gravitational Constant)

M_1, M_2 คือ มวลของวัตถุทั้งสอง

R คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุทั้งสอง

แรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของเทหัวตุ่นฟากฟ้าคือ แรงหนีศูนย์กลางซึ่งกระทำในทิศทางตรงกันข้าม กับแรงโน้มถ่วง และมีขนาดเท่ากับแรงโน้มถ่วงพอดี สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$\text{แรงหนีศูนย์กลาง} = M V^2 / R$$

เมื่อ M คือ มวลของวัตถุ

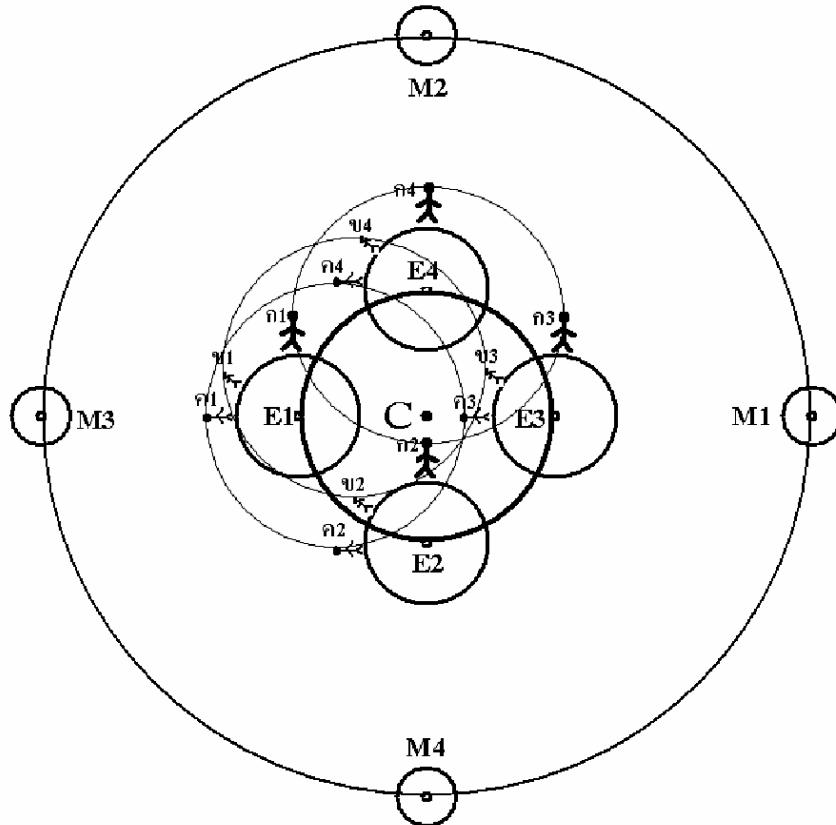
V คือ ความเร็วของวัตถุ

R คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางการหมุนกับวัตถุนั้น

เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับแรงหนีศูนย์กลางได้ง่ายขึ้น จึงขอสมมุติว่าระบบ E-M ประกอบด้วยเทหัวตุ่นฟากฟ้า ส่องลิ่งคือ E ซึ่ง มีมวล E และ M ซึ่ง มีมวล M จุดศูนย์กลางมวลของ E และ M ต่างก็โคจรรอบจุดศูนย์กลาง มวลของระบบ C บนวัตถุ E มีนาย ก ข และ ค เป็นผู้สังเกต ณ จุดต่างๆ กัน จากภาพที่ ๔ - ๑ จะเห็นได้ว่าจุดศูนย์กลางมวลของ E จะเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบจุดศูนย์กลางระบบ C ขณะที่จุดศูนย์กลางเทหัวตุ่นฟากฟ้า M เคลื่อนที่จาก M_1 ผ่าน M_2 และ M_3 ไปยัง M_4 โดยมีจุด C เป็นจุดศูนย์กลางการโคจร จุดศูนย์กลางของเทหัวตุ่นฟากฟ้า E จะเคลื่อนที่จาก E_1 ผ่าน E_2 และ E_3 ไปยัง E_4 รอบ จุด C เช่นกัน ในขณะเดียวกัน นาย ก ข และ ค ซึ่งยังอยู่ต่างตำบลที่กัน จะเคลื่อนที่สอดคล้องกันเป็นส่วนหนึ่งของวงกลมที่มีขนาดเท่ากันและมีตำแหน่งสัมพันธ์ คงที่ หรือด้วยความเร็วที่เท่ากัน เมื่อเทียบกับการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางของเทหัวตุ่นฟากฟ้า E เสมอ ดังนั้น นาย ก ข และ ค ต่างจะได้รับผลจากแรงหนีศูนย์กลางที่มีขนาดและทิศทางเดียวกันเสมอ

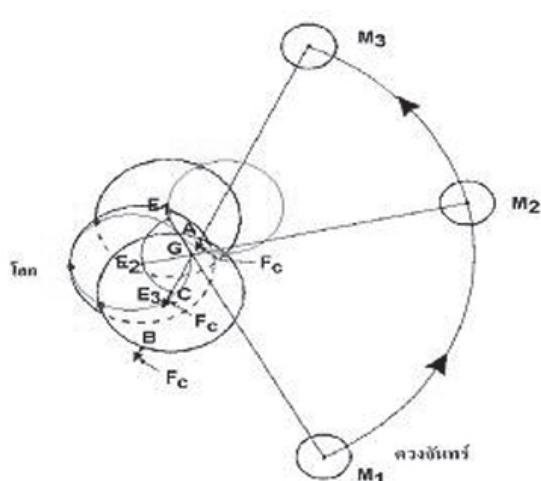


สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ครบ ๕๙ ปี



ภาพที่ ๔ - ๑ ระบบ $E - M$ ซึ่งมีผู้ลังเกตอยู่บนตำแหน่งต่างๆ กัน แต่มีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่มีตำแหน่งสัมพันธ์คงที่นโยบาย ก ข และ ค ต่างจะได้รับผลกระทบแรงหนีศูนย์กลางที่มีขนาดและทิศทางเดียวกัน

ในการนี้ของระบบโลก - ดวงจันทร์ เนื่องจากโลกมีมวล 5.98×10^{24} เท่าของดวงจันทร์ และระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของโลกกับดวงจันทร์มีค่า 3.84×10^8 เมตร ทำให้แรงดึงดูดของโลก จุดศูนย์กลางมวลของระบบโลก - ดวงจันทร์อยู่ลึกลงไปประมาณ $1,600$ กิโลเมตร ภายในโลก ดังนั้นทุกๆ แห่งที่ติดกับโลกทั้งที่ผิวโลกและภายในโลกจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยความเร็วที่สัมพันธ์กัน ดังนั้น แรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force : FC) ที่เกิดขึ้นที่กระทำต่อจุดใดๆ ในหรือบนโลกจะมีขนาดและทิศทางเดียวกัน

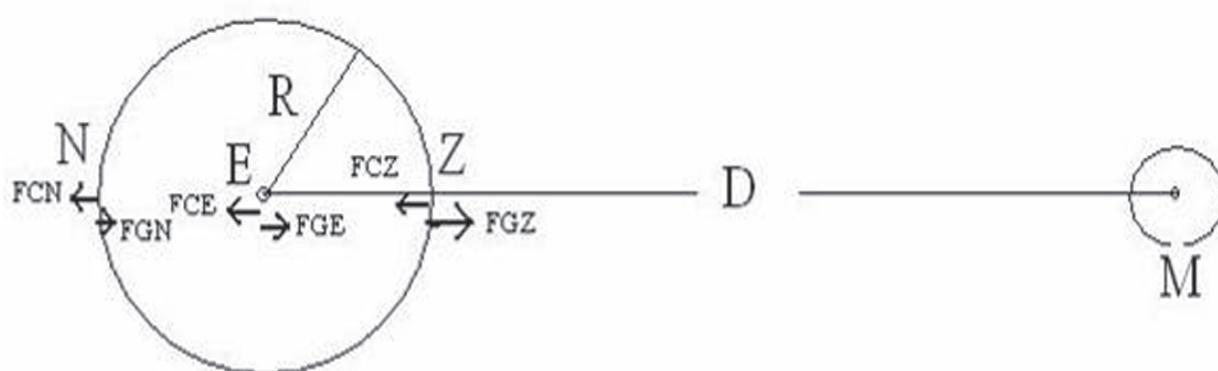


ภาพที่ ๔ - ๒ ระบบโลก - ดวงจันทร์ จุดศูนย์กลางมวลของระบบอยู่ภายในโลก $1,600$ กิโลเมตร ขณะที่จุดศูนย์กลางดวงจันทร์เคลื่อนที่จาก M_1 ไปยัง M_2 และ M_3 จุดศูนย์กลางของโลกจะเคลื่อนที่จาก E_1 ไปยัง E_2 และ E_3 จุด A , B และ C จะเคลื่อนที่สอดคล้องกันเป็นส่วนหนึ่งของวงกลมที่มีขนาดเท่ากันและมีตำแหน่งสัมพันธ์คงที่

สำหรับระบบโลก - ดวงจันทร์ แรงดึงดูดระหว่างมวล (Gravitational Force : FG) ระหว่างโลกและดวงจันทร์จะมีขนาด $FG = GME/D^2$

เมื่อ	FG	คือ	แรงดึงดูดระหว่างมวล
	G	คือ	ค่าคงตัวของแรงโน้มถ่วง
	M	คือ	มวลของ ดวงจันทร์
	E	คือ	มวลของโลก
	D	คือ	ระยะระหว่าง จุดศูนย์กลางโลก และดวงจันทร์

เมื่อโลกและดวงจันทร์ยังคงโคจรเป็นระบบเช่นเดิม ระบบโลก - ดวงจันทร์ จะอยู่ในสภาวะสมดุล กล่าวคือ ณ จุดศูนย์กลางของโลก แรงดึงดูดของดวงจันทร์จะสมดุลกับแรงหนึ่นศูนย์กลางจากการโคจรของโลกรอบ จุดศูนย์กลางมวล C โดยมีขนาดเท่ากันพอดี แต่มีทิศทางตรงกันข้าม แรงดึงดูดระหว่างมวลจะมีทิศทางเข้าหา จุดศูนย์กลางของเทหวยัตถุฟากฟ้า แต่แรงหนึ่นศูนย์กลางมีทิศทางออกจากจุดศูนย์กลางของเทหวยัตถุฟากฟ้า (M) และ ขนานกับเส้นเชื่อมจุดศูนย์กลางของกลางเทหวยัตถุฟากฟ้าทั้งสอง แรงเหวี่ยง FC จะมีค่าเท่ากันและมีทิศทาง เดียวกันในทุกหนทางแต่ทิศใน และบนผิวโลก



ภาพที่ ๔ - ๓ แรงโน้มถ่วง และแรงหนึ่นศูนย์กลางของระบบโลก - ดวงจันทร์ บนโลก

หากเรารอญ ณ จุดศูนย์กลางของโลก E แรงหนึ่นศูนย์กลาง FCE และแรงดึงดูด FGE มีขนาดเท่ากันพอดี ในบริเวณ Z ซึ่งอยู่ใกล้มวล M จะได้รับผลจากแรงดึงดูด ของมวล M มากกว่า ณ จุดศูนย์กลาง และในทำนองเดียวกัน ณ จุด N จะได้รับผลของแรงดึงดูดจากมวล M น้อยกว่าจุด E ดังนั้น จะมีแรงลับที่ ซึ่งรั้งกันในนาม แรงกำเนิดไทด์ ณ จุดใดๆ ก็ตามที่แรงดึงดูดระหว่างมวลกับแรงหนึ่นศูนย์กลางไม่หักล้างกันพอดี ดังนั้น จะมีแรงลับที่ในทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางดวงจันทร์ ณ จุด Z จะมีแรงลับที่หักล้างศูนย์ ณ จุด M และจะมีแรงลับที่ในทิศออกจากจุดศูนย์กลางดวงจันทร์ ณ จุด N ดังนั้น แรงกำเนิดไทด์ จึงเป็นผลจากผลต่างระหว่างแรงดึงดูดระหว่างมวลกับแรงหนึ่นศูนย์กลาง (FG - FC) ณ บริเวณนั้นๆ นั่นเอง ตามรายละเอียดดังนี้

หาก $R =$ รัศมีโลก

ที่จุดศูนย์กลางโลก E แรงดึงดูด FGE มีค่า GM/D^2 และ เท่ากับแรงเหวี่ยง FCE ดังนั้น

$$FGE = FCE = GM/D^2$$

ณ จุด Z แรงดึงดูด FGZ มีค่า $GM/(D-R)^2$ และจุด N แรงดึงดูด FGN มีค่า $GM/(D+R)^2$ แต่แรงหนึ่นศูนย์กลาง ณ จุดทั้งสามจะมีขนาดเท่ากันคือ $FCE = FCZ = FCN = GM/D^2$ (อย่าลืมว่าแรงเหวี่ยง FC จะมีค่าเท่ากันหมดในทุกๆ ตำแหน่งที่ทั้งในและบนผิวโลก) ดังนั้นในการนิทั่วไปที่ระยะทางระหว่างดวงจันทร์กับโลก (D) มีค่ามากกว่ารัศมีของโลก (R) หาก



$$\text{แรงโน้มถ่วงในแนว Z } FTZ = FGZ - FCZ = GM/(D-R)^2 - GM/D^2 \\ 2GMR/D^3$$

$$\text{แรงโน้มถ่วงในแนว N } FTN = FGN - FCN = GM/(D+R)^2 - GM/D^2 \\ 2GMR/D^3$$

แรงโน้มถ่วงในแนว Z มีขนาดใหญ่กว่าในแนว N มาก และแรงโน้มถ่วงในแนว Z เป็นสัดส่วนของแรงโน้มถ่วงในแนว N ที่ $(D-R)/(D+R)$ หรือ $1/(1+2R/D)$ ประมาณ ๐.๘๗๘ ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยประมาณ คือ $FTZ = 0.000000110 \text{ g}$ และ $FTN = 0.000000115 \text{ g}$ ซึ่งมีความต่างกันเพียง 5%

$$FGE = FCE = GM/D^2 = FCZ = FGN = 0.000000110 \text{ g}$$

แรงโน้มถ่วงในแนว Z คือแรงโน้มถ่วงที่โลกติดต่ออยู่บนโลก จุดที่แรงโน้มถ่วงสูงที่สุด

$$FGZ = GM/(D-R)^2 = 0.000000110 \text{ g}$$

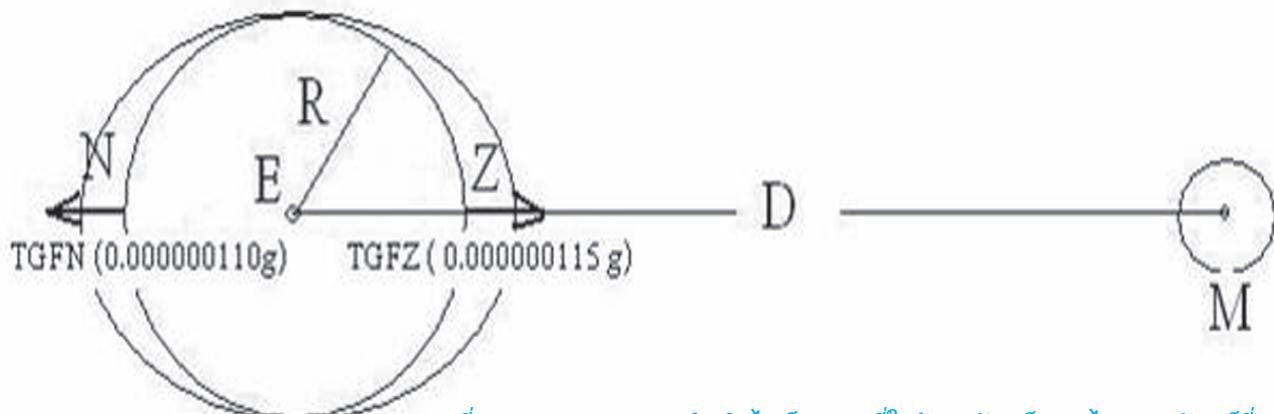
แรงโน้มถ่วงในแนว N คือแรงโน้มถ่วงที่โลกติดต่ออยู่บนโลก จุดที่แรงโน้มถ่วงต่ำที่สุด

$$FGN = GM/(D+R)^2 = 0.000000115 \text{ g}$$

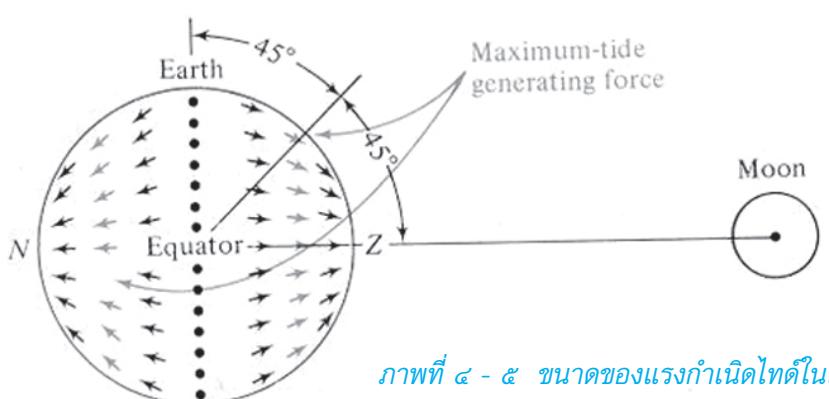
เมื่อ g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งมีค่า $9.81 \text{ เมตร/วินาที}^2$

แรงโน้มถ่วงในแนว Z คือแรงโน้มถ่วงที่โลกติดต่ออยู่บนโลก จุดที่แรงโน้มถ่วงสูงที่สุด

จะเห็นว่า แรงโน้มถ่วงที่โลกติดต่ออยู่บนโลกจะมีขนาดต่างกัน ดังนี้ $FTZ = 0.000000110 \text{ g}$ และ $FTN = 0.000000115 \text{ g}$ ตัวอย่างเช่น แรงโน้มถ่วงที่โลกติดต่ออยู่บนโลกที่หัวเข็มขัดจะมีขนาดต่างกัน 5% ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว



ภาพที่ ๔ - ๔ ขนาดแรงโน้มถ่วงในแนว Z และในแนว N ของโลก

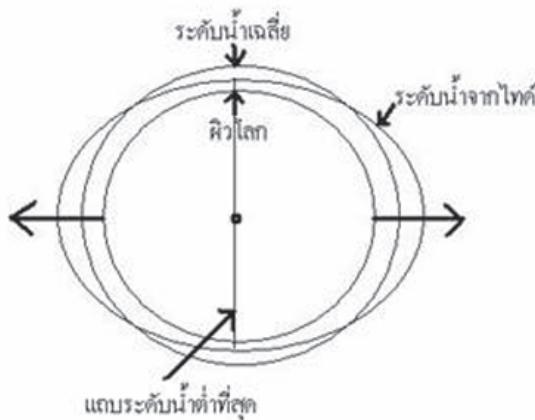


ภาพที่ ๔ - ๕ ขนาดของแรงโน้มถ่วงในแนว Z และในแนว N ของโลก

ในภาพที่ ๔ - ๕ แสดงทิศทางของแรงในทางระดับที่กระทำต่อมวลน้ำบนพื้นโลกตามตำแหน่งที่ต่างๆ แรงทางระดับบนพื้นโลก ณ ตำแหน่งที่ตามแนววงกลมที่เกิดจากระนาบตัดตั้งจากกันแนวต่อระห่วงจุดศูนย์กลางโลกและดวงจันทร์ โดย ณ ตำแหน่งที่บันพื้นพื้นผิวโลกตามแนวระนาบดังกล่าวต่อผ่านจุดศูนย์กลางโลกนั้น แรงทางแนวระดับจะมีค่าเป็นศูนย์ (Circle of Zero Tide-Generated Force) เช่นเดียวกับตำแหน่งที่บันพื้นผิวโลก ที่อยู่ใกล้กับดวงจันทร์ที่สุด และอยู่ไกลกับดวงจันทร์ที่สุด สำหรับแรงทางระดับบนพื้นโลกที่มีขนาดมากที่สุดจะอยู่บนพื้นพื้นผิวโลกตามแนวที่เกิดจากระนาบ ซึ่งนานกับระนาบที่ตัดผ่านจุดศูนย์กลางโลกดังกล่าวแล้ว และตัดผ่านพื้นพื้นผิวโลก ณ ตำแหน่งที่ซึ่งอยู่เป็นมุม 45° กับแนวต่อระห่วงจุดศูนย์กลางโลก และดวงจันทร์ แรงในทางระดับดังกล่าวนี้จะผลักให้มวลน้ำมีการรุนแรงขึ้นสูงสุด ณ ตำแหน่งที่บันพื้นพื้นผิวโลกที่อยู่ใกล้ ดวงจันทร์มากที่สุด และห่างดวงจันทร์น้อยที่สุด

๔.๒ ทฤษฎีสมดุลของระดับน้ำ (Equilibrium Theory of Tides)

เมื่อเรามาพิจารณาถึงการรุนแรงขึ้นของระดับน้ำบนพื้นผิวโลก ตามที่สามารถทำนายได้ในโลก ในขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง และดวงจันทร์หมุนรอบโลกนั้น ระดับน้ำบนพื้นผิวโลกจะมีการโป่งออก (Bulge) สูงขึ้นมา ๒ บริเวณ คือ บนพื้นผิวโลกด้านที่หันเข้าหาดวงจันทร์ และด้านที่อยู่ตรงข้ามกับดวงจันทร์ โดยเราคิดถึงมหาสมุทรในอุดมคติซึ่งมีความลึกน้ำスマ่เสมอทั่วโลกและไม่มีแรงเสียดทานใดๆ ก็ได้ขึ้นระหว่างมวลน้ำที่เคลื่อนที่และพื้นมหาสมุทร อาการขึ้นลงของระดับน้ำในทะเลในอุดมคตินี้เรารอเรียกว่า ระดับน้ำสมดุล (Equilibrium Tide) ซึ่งง่ายต่อการทำความเข้าใจ ถึงแม่ว่าจะยังไม่สามารถใช้อธิบายอาการขึ้นลง ของระดับน้ำแบบต่างๆ ที่เกิดในโลกได้ก็ตาม ก็ยังสามารถใช้อธิบายอาการขึ้นลงของระดับน้ำของโลกในภาพรวมได ซึ่งเมื่อเกิดความเข้าใจอาการขึ้นลง ของระดับน้ำ แบบง่ายๆ นี้แล้ว เราจะสามารถพิจารณาอาการของระดับน้ำที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรตามสภาพที่แท้จริง ซึ่งมีระดับความลึกไม่スマ่เสมอ และมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างมวลน้ำที่มีการเคลื่อนที่กับพื้นมหาสมุทรด้วย ในกรณีของไทยจากการดูอาทิตย์ก็มีลักษณะเดียวกัน แต่มีขนาดต่างกัน



ภาพที่ ๔ - ๖ ระดับน้ำบนโลกส่วนที่โป่งออกมีระดับสูงสุด ณ จุดที่อยู่ใกล้และอยู่ไกลดวงจันทร์ที่สุด

แรงดึงดูด จากอิทธิพลของดวงอาทิตย์อยู่ถึง 3.5×10^{-5} เท่า หรือ 4.4×10^{-5} ล้านเท่ากับแรงดึงดูดระหว่างโลกกับดวงจันทร์ถึง 1.5×10^{-5} เท่า ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะระยะห่างแล้วแรงที่ทำให้เกิดการขึ้นลง ของระดับน้ำอันเนื่องมาจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ จะมีค่าเป็น 4.4×10^{-5} ล้านเท่า หรือ 0.44 เท่า ของแรงดึงดูดไฟฟ์อันเนื่องมาจากอิทธิพลจากดวงจันทร์

จากภาพที่ ๔ - ๖ ระดับน้ำจะมีรูปร่างทรงรีคล้ายลูกกรรภ์ มีจุดที่ระดับน้ำสูงที่สุด ณ จุดที่เลี้ยวที่เชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของโลก และจุดศูนย์กลางของเทวทัตุฟากฟ้าตัดกับพื้นโลก และมีแนวระดับน้ำต่ำที่สุดเป็นแนวนอน รอบวงรอบโลกแบ่งทรงรีเป็นสองส่วนที่สมมาตรในแต่ละด้านของแนวน้ำลังต่ำสุด แม้ว่า แรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตย์และโลก จะมีค่ามากกว่าแรงดึงดูดระหว่างดวงจันทร์กับโลกถึง 10^3 เท่า และดวงอาทิตย์มีมวลมากกว่าดวงจันทร์ถึง 10^3 ล้านเท่าก็ตาม แต่เนื่องจากระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์มีค่ามากกว่าระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์ถึง 10^3 เท่า ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะระยะห่างแล้วแรงที่ทำให้เกิดการขึ้นลง ของระดับน้ำ จากอิทธิพลของดวงจันทร์จะมีค่ามากกว่า



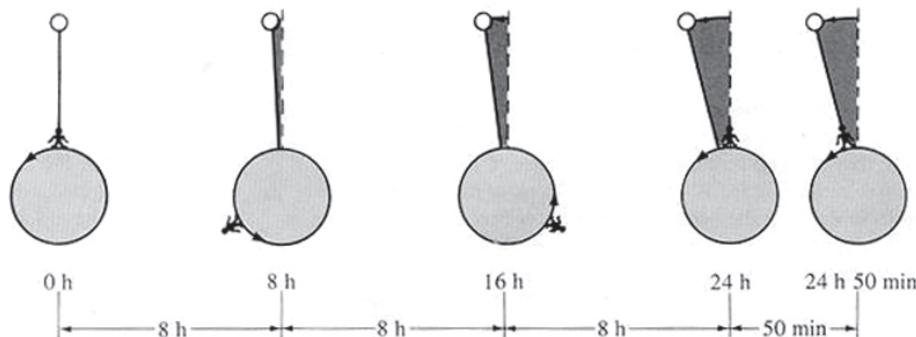
MOON	EARTH	SUN
Diameter		
3478 km (2160 mi) (0.27 × earth)	12,682 km (7876 mi)	1,392,000 km (864,432 mi) (109 × earth)

ภาพที่ ๔ - ๗ ขนาดเปรียบเทียบของโลก ดวงจันทร์ กับดวงอาทิตย์

๔.๓ การขึ้นลงของน้ำเมื่อพิจารณาการหมุนรอบตัวเองของโลก

ถ้าสมมุติให้ดวงจันทร์โคจรรอบโลกอยู่ในระยะเดียวกับแนวศูนย์สูตรของโลกแล้ว การนูนสูงขึ้นมากที่สุดของระดับน้ำบนพื้นผิวโลกจะเกิดขึ้นตามแนวศูนย์สูตรบนพื้นโลก ๒ แห่ง คือ ทางด้านที่หันเข้าหาดวงจันทร์ และทางด้านที่ตรงข้ามกับดวงจันทร์ และเนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเอง ๑ รอบใช้เวลา ๒๔ ชั่วโมง ผู้ลังเกตที่อยู่บริเวณแนวศูนย์สูตรจะพบเห็นน้ำขึ้นสูงสุดเกิดขึ้น ๒ ครั้ง ใน ๑ วัน โดยมีระยะเวลาห่างกัน ๒๔ ชั่วโมง ส่วนผู้ลังเกตซึ่งอยู่ณ ตำบลที่เหนือหรือใต้แนวศูนย์สูตรออกไปนั้นก็จะพบเห็นอาการขึ้นสูง ของน้ำดังกล่าวเกิดขึ้น ๒ ครั้งเช่นกัน แต่ความสูงของระดับน้ำที่เกิดขึ้นจะมีระดับต่ำกว่าที่เกิดขึ้นบริเวณแนวศูนย์สูตรดังกล่าวข้างต้น เนื่องจากบริเวณดังกล่าวนี้ ตั้งอยู่บริเวณขอบของมวลน้ำที่มีการนูน ไม่ใช่บริเวณส่วนยอดของผิวน้ำที่เกิดอาการนูน

อย่างไรก็ตามน้ำขึ้นสูงทั้งสองยอดที่เกิดขึ้นนี้ จะไม่เกิดขึ้นทุก ๑๒ ชั่วโมง ถ้าวนๆ เนื่องจากระบบโลก-ดวงจันทร์ นั้น มีการหมุนรอบจุดศูนย์กลางมวลของระบบไปด้วยในขณะที่โลกก็มีการหมุนรอบแกนของตนเอง ซึ่งใน ๑ วันทางจันทรคติ (Lunar Day) คือช่วงระยะเวลาที่ดวงจันทร์ผ่านเมอริเดียนของผู้ลังเกตบนพื้นโลก ๒ ครั้งติดกัน มีระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมง ๕๐ นาที นั้น มีความยาวนานมากกว่า ๑ วัน ทางสุริยคติ ซึ่งยาว ๒๔ ชั่วโมง ดังนั้น ถ้าผู้ลังเกตบนพื้นโลกที่เฝ้าดูดวงจันทร์ขึ้นในช่วง ๒ คืนติดต่อกันแล้ว จะพบว่าดวงจันทร์ในคืนที่ ๑ จะขึ้นช้ากว่าคืนแรก ๕๐ นาที ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อโลกหมุนรอบตัวเองครบ ๑ รอบ ในช่วงระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมงนั้น ดวงจันทร์โคจรรอบโลกไปด้วย โดยในรอบ ๒๔ ชั่วโมง ดวงจันทร์โคจรไปทางทิศตะวันออกของจุดเดิมเป็นมุม 17.7° ดังนั้นโลกต้องหมุนรอบตัวเองต่อไปอีก ๕๐ นาที ผู้ลังเกตเดิมจึงจะเห็นดวงจันทร์อยู่เหนือเมอริเดียนของผู้ลังเกตอีกครั้งหนึ่ง และเมื่อโลกหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบ ผู้ลังเกตบนโลกจะพบว่าระดับน้ำจะขึ้นสูงสุดสองครั้งและลงต่ำสุดสองครั้ง



ภาพที่ ๔ - ๘ ดวงจันทร์ผ่านเมอริเดียนผู้ลังเกตบนพื้นโลก ๒ ครั้งติดกัน มีระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมง ๕๐ นาที

๔.๑.๔ ข้อมูลอ้างอิงทางด้านภาระ

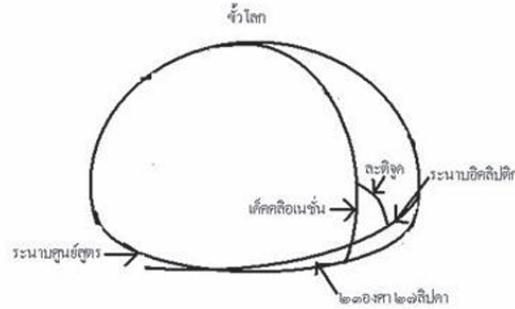
การหมุนรอบตัวเองของโลกเมื่อเทียบกับดวงอาทิตย์มีความ ๑ วัน หรือ ๒๔ ชั่วโมง (ความเร็ว ๐.๔๐๓๖ องศา/ชั่วโมง) ลักษณะปรากฏของดวงจันทร์หรือการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกมีความ ๒๗.๕๓๐๖ วัน (ความเร็ว ๐.๔๐๓๖ องศา/ชั่วโมง หรือ ๑๗.๐๘๐๗ องศา/วัน)

การเปลี่ยนแปลงของระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์มีความ ๒๗.๕๕๔๖ วัน (ความเร็ว ๐.๔๔๔๔ องศา/ชั่วโมง หรือ ๑๓.๐๑๕๐ องศา/วัน)

การเปลี่ยนแปลงทางระยะติดของดวงจันทร์ หรือการโคจรของดวงจันทร์ในแนวตั้งจากกับระนาบอิคลิปติกมีความ ๒๗.๒๗๒๒ วัน (ความเร็ว ๐.๔๔๒๒ องศา/ชั่วโมง หรือ ๑๓.๒๗๒๒ องศา/วัน)

การเปลี่ยนแปลงทางลงจิจูดของดวงจันทร์ หรือการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกบนระนาบอิคลิปติกมีความ ๒๗.๓๗๑ วัน (มีความเร็ว ๐.๔๔๓๐ องศา/ชั่วโมง หรือ ๑๓.๓๗๑ องศา/วัน)

การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์มีความประมาณ ๑ ปี หรือ ๓๖๕.๒๗๒๒ วัน (มีความเร็ว ๐.๐๔๐๐ องศา/ชั่วโมง)

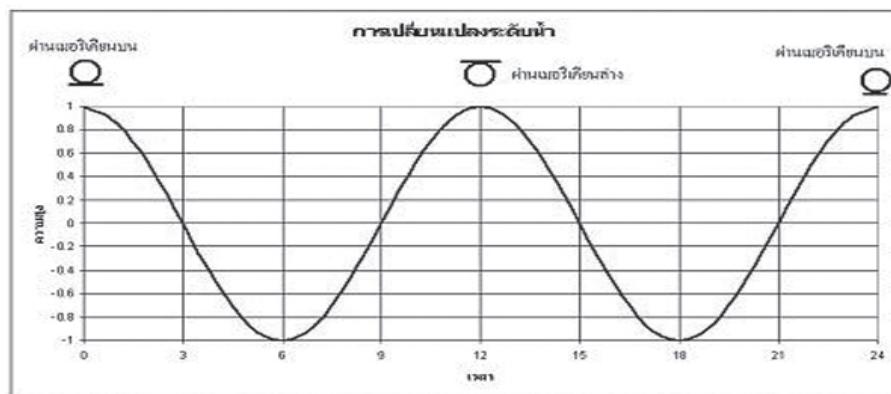


ภาพที่ ๔ - ๔ กรอบอ้างอิงทางด้านภาระ

สรุปเป็นความล้มเหลวเมื่อเทียบกับผู้ลังเกตบนโลกดังนี้

- T คือ ความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของโลกสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ ๐.๔ องศา/ชั่วโมง
- h คือ ความเร็วในการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ๐.๐๔๐๖๒๔ องศา/ชั่วโมง
- s คือ ความเร็วในการโคจรของดวงจันทร์รอบโลก ๐.๔๔๓๐๑๕ องศา/ชั่วโมง
- p คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของ Perigee ของดวงจันทร์ ๐.๐๐๔๖๑๔๓ องศา/ชั่วโมง
- N คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของ Node ของดวงจันทร์ -๐.๐๐๒๗๐๑๔๑ องศา/ชั่วโมง

๔.๑.๕ ความเร็วและวัฏจักรของระดับน้ำอย่างไร



ภาพที่ ๔ - ๑๐ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำสัมพันธ์กับตำแหน่งของเทหวัดฤาฟ้าฟ้า



๖๐

ຮະດັບນໍ້າ ໃນບ່ານນໍ້າໄກຍ

ນໍ້າລົກມະຄລ້ວນສັກປານກາຮມອຸທະກຕາສຕ່າງ ຄຽບຂອງ ៤៥ ປີ

ການເປົ້າປະເປດຮະດັບນໍ້າມີລັກຊະນະຈ່າຍອ່າງຽຸງ Cosine ໂດຍມີຄວາມເຮົວເສີມມຸນລັມພັນນີ້ກັບດຳແຫ່ນໆ
ຂອງເທິງທັດຖຸຝາກຝ້າ ທີ່ສັງເປົ້າຢູ່ໃຫ້ມີຄ່າສູງທີ່ສຸດເກີດຂຶ້ນໂລກເວລາທີ່ເທິງທັດຖຸຝາກຝ້າຜ່ານເມອຣີເດືອນນີ້ ແລະ ເມອຣີເດືອນ
ລ່າງ ຂອງຜູ້ລັ້ງເກຕ ດັ່ງນັ້ນ ການດວງອາທິດຍີຜ່ານເມອຣີເດືອນສອງຄັ້ງໃນເວລາ ២៤ ຂ້າໂມງ ຮະດັບນໍ້າເປົ້າປະເປດສອງວາ
ຮອບ ອີ່ວີ ໜ້າໂມງ ອົງຄາ ໄກດີຈາກດວງອາທິດຍີທີ່ສັງເປົ້າຢູ່ໃຫ້ນ້ຳລົງ ສອງຄັ້ງຕ່ອງວັນ ຈຶ່ງມີຄວາມເຮົວ ໜ້າໂມງ ໜ້າໂມງ
ຫຼື ໜ້າໂມງ ຂຶ້ງຮູ້ຈັກກັນໃນນາມ S2 (Principal Solar Semi-diurnal) ແລະ ສາມາດຈັດຮູ່ປະມົດຄວາມລັມພັນນີ້
ໄດ້ຈາກ

$$S2 = 2 (T)$$

ໃນການຟື້ນຂອງດວງຈັນທີ່ມີມັນາ ២៤.៤៨០២៩ ຂ້າໂມງ ຈະໃຫ້ກຳນົດໄກດ໌ທີ່ມີຄວາມເຮົວ ໜ້າໂມງ/២៤.៤៨០២៩
ຂ້າໂມງຫຼື ២៤.៤៨០ ໜ້າໂມງ ຂຶ້ງຮູ້ຈັກກັນໃນນາມ M2 (Principal Lunar Semi-diurnal) ສາມາດຈັດຮູ່ປະມົດ
ຄວາມລັມພັນນີ້ໄດ້ວ່າ

$$M2 = 2 (T+h-s)$$

ການເປົ້າປະເປດຮະດັບນໍ້າຈາກການເປົ້າປະເປດທີ່ມີມັນາ ១ ປີ ຈະໃຫ້ກຳນົດໄກດ໌ທີ່ມີ
ຄວາມເຮົວ ៣៦០ ໜ້າໂມງ/(ຕະ៤.៤៨០ X ២៤ ຂ້າໂມງ) ຫຼື 0.០៤០១ ໜ້າໂມງ ຂຶ້ງຮູ້ຈັກກັນໃນນາມ Sa (Solar
Annual) ສາມາດຈັດຮູ່ປະມົດຄວາມລັມພັນນີ້ໄດ້ວ່າ

$$Sa = h$$

ການເປົ້າປະເປດຮະດັບນໍ້າຈາກການເປົ້າປະເປດທີ່ມີມັນາ ៦ ເດືອນ ຈະໃຫ້ກຳນົດໄກດ໌ທີ່ມີ
ຄວາມເຮົວ ៣៦០ ໜ້າໂມງ/(ຕະ៤.៤៨០ X ៦ ຂ້າໂມງ) ຫຼື 0.០៧០១ ໜ້າໂມງ ຂຶ້ງຮູ້ຈັກກັນໃນນາມ Ssa
(Solar Semi-annual) ສາມາດຈັດຮູ່ປະມົດຄວາມລັມພັນນີ້ໄດ້ວ່າ

$$Ssa = 2h$$

ນອກຈາກນັ້ນຍັງມີໄກດ໌ທີ່ເກີດຈາກການເປົ້າປະເປດທີ່ມີມັນາ ១៨.៦១ ປີ ຄວາມເຮົວ
៣៦០ ໜ້າໂມງ/(១៨.៦១ X ៣៦.៤៨០ X ២៤ ຂ້າໂມງ) ຫຼື -0.០០២៩០៦៤០ ໜ້າໂມງ ຂຶ້ງຮູ້ຈັກກັນໃນນາມ N (Nodal
Tide) ສາມາດຈັດຮູ່ປະມົດຄວາມລັມພັນນີ້ໄດ້ວ່າ

$$N = N$$

ຮະດັບນໍ້າທີ່ຂັບຂ້ອນເປັນພລວມຂອງຮະດັບນໍ້າຍ່ອຍໆ ທີ່ມີການເປົ້າປະເປດໃນຮູ່ປະມົດອ່າງຈ່າຍ ດື່ອ

$$\begin{aligned} H(t) = & \quad Z_0 + N \cos(-0.0029t) + S_a \cos(0.0401t) \\ & + S_{sa} \cos(0.0701t) + M_2 \cos(24.4801t) \\ & + S_2 \cos(36.4801t) + \dots \end{aligned}$$

ເມື່ອ $H(t)$ = ຄວາມສູງຂອງຮະດັບນໍ້າ ໃນ ເວລາ t ຈາກຮະດັບນໍ້າອ້າງອີງ

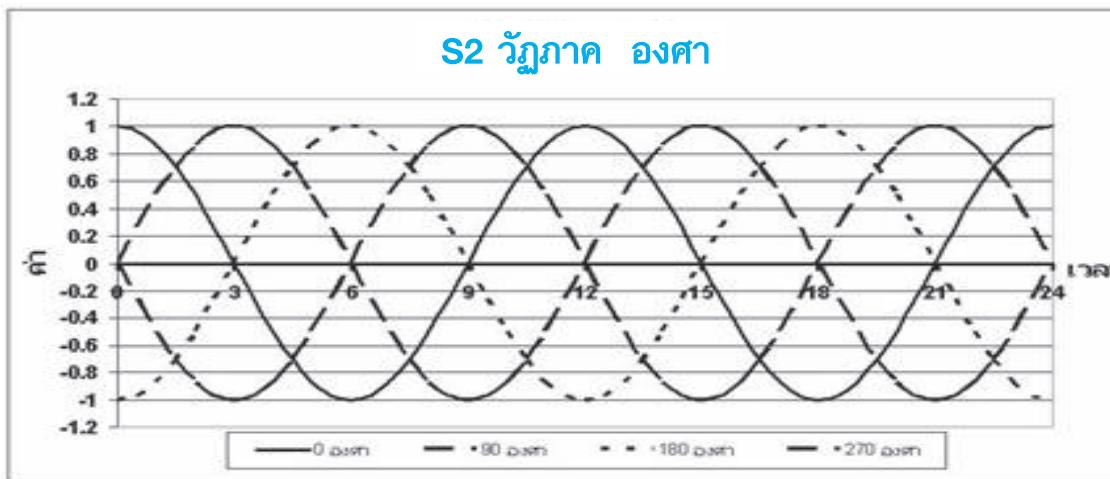
Z_0 = ຄວາມສູງເລີ່ມຂອງຮະດັບນໍ້າຈາກຮະດັບນໍ້າອ້າງອີງ

N, S_a, S_{sa}, M_2, S_2 = ແອມພລິຈຸດຂອງຮະດັບນໍ້າຍ່ອຍ

t = ເວລາ

ເນື່ອງຈາກໃນຄວາມເປັນຈິງຮະດັບນໍ້າໄມ້ໄດ້ມີຮະດັບສູງທີ່ສຸດ ໃນ ເວລາທີ່ແຮງກຳນົດໄກດ໌ທີ່ມີຮະດັບສູງທີ່ສຸດ ຕາມທຸກໆ
ຈະມີເວລາຕ່າງໆສ່ວນ ຕັ້ງນັ້ນ ຈາກຮູ່ປະມົດອ່າງຈ່າຍຂອງການເປົ້າປະເປດໃນຮູ່ປະມົດ S2 ຈາກ ອິທີພິລຊອງດວງອາທິດຍີ ແລະ
ມີການເປົ້າປະເປດຮະດັບນໍ້າ ២ ຄັ້ງຕ່ອງວັນ (ມັນາ ១៧.០០ ຂ້າໂມງ) ເພື່ອໃຊ້ເປັນຕົ້ນແບບໃນການທຳຄວາມເຂົ້າໃຈ ຮະດັບ

น้ำย่ออยู่อีกหนึ่ง ต่อไป สมมุติว่า ณ ตำบลที่หนึ่ง มีแม่น้ำเจ้าพระยา S2 : HS2 เท่ากับ ๑ เมตร หมายความว่า ระดับน้ำจะมีระดับสูงสุด ๑ เมตร จากระดับเฉลี่ย และระดับต่ำที่สุด ๑ เมตร ต่ำกว่าระดับเฉลี่ย วัฏจักรของ S2 : ϕ_{S2} เท่ากับ ๐ องศา หมายความว่าระดับน้ำจะมีระดับสูงสุดเมื่อดวงอาทิตย์ผ่านเมอร์เดียนพอดีหรือจากล่างไปข้างบน แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นตัวบ่งชี้ว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำนั้นจะเปลี่ยนได้มากแค่ไหน เช่น แม่น้ำเจ้าพระยาของ S2 มีขนาด ๑ เมตร หรือ $HS2 = ๑$ เมตร แสดงว่าแรงกำเนิดไทร์ทลักษณะของอาทิตย์ ซึ่งทำให้น้ำขึ้นและน้ำลงสองครั้งในหนึ่งวัน จะส่งผลให้ระดับน้ำขึ้นเต็มที่สูงกว่าระดับน้ำลงเต็มที่ ๒ เมตร หรือสองเท่าของแม่น้ำเจ้าพระยาของ S2 นั้นเองสำหรับวัฏจักรจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าระดับน้ำจะขึ้นสูงสุดเมื่อใดเมื่อเทียบกับเวลาที่น้ำควรจะมีระดับสูงที่สุดตามทฤษฎี เช่น $\phi_{S2} = ๐$ องศา หมายถึง ระดับน้ำจะมีระดับสูงสุด (๑ เมตร เทียบกับระดับน้ำเฉลี่ย) ณ เวลาเที่ยงวัน และเที่ยงคืนตามเวลาท้องถิ่น (Local Time) พอดี หาก $\phi_{S2} = ๙๐^\circ$ ระดับน้ำจะขึ้นเต็มที่ หลังจากดวงอาทิตย์ผ่านเมอร์เดียน ๓ ชั่วโมง และ $\phi_{S2} = ๑๘๐^\circ, ๒๗๐^\circ$ และ ๓๖๐° ระดับน้ำจะขึ้นเต็มที่ หลังจากดวงอาทิตย์ผ่านเมอร์เดียน ๖ ชั่วโมง ๙ ชั่วโมง และ ๑๒ ชั่วโมง ตามลำดับ ในการนี้ของ M2 ϕ_{M2} ก็จะมีลักษณะเดียวกัน เพียงแต่ $\phi_{M2} = ๕๐^\circ$ จะหมายถึงผลต่างของเวลา ๓.๑ ชั่วโมง $\phi_{M2} = ๑๘๐^\circ$ จะมีผลต่างเวลา ๖.๒ ชั่วโมง สำหรับ $\phi_{M2} = ๒๗๐^\circ$ จะมีผลต่างเวลา ๙.๓ ชั่วโมง เนื่องจากค่าของ M2 มีค่า ๑๗.๔ ชั่วโมง มากกว่าค่าของ S2 ซึ่งมีค่า ๑๗.๐ ชั่วโมง นั้นเอง ส่วนกรณีของ Sa ซึ่งมีค่า ๑ ปี หรือ ๑๔๔ เดือน เมื่อ $\phi_{Sa2} = ๙๐^\circ$ จะมีผลต่างเวลาประมาณ ๓ เดือน $\phi_{Sa2} = ๑๘๐^\circ$ ผลต่างเวลาประมาณ ๖ เดือน และ $\phi_{Sa2} = ๒๗๐^\circ$ มีผลต่างเวลาประมาณ ๙ เดือน นั้นเอง



ภาพที่ ๔ - ๑๑ ความสัมพันธ์ระหว่างวัฏจักรกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ

ระดับน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบตามสมการ

$$H(t) = Z_0 + N \cos(-0.0017t - \phi_N) + S_a \cos(0.041t - \phi_{Sa}) \\ + S_{sa} \cos(0.041t - \phi_{Ssa}) + M_2 \cos(0.041t - \phi_{M2}) \\ + S_2 \cos(0.041t - \phi_{S2}) + \dots$$

เมื่อ $\phi_N, \phi_{Sa}, \phi_{Ssa}, \phi_{M2}, \phi_{S2}$ คือ วัฏจักรของระดับน้ำย่ออย

ที่ผ่านมาได้เป็นการพิจารณาผลกระบวนการที่เกิดขึ้นกับมวลน้ำบนผิวโลก อันเนื่องมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก และการหมุนรอบตัวเองของระบบโลก - ดวงจันทร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบทางคณิตศาสตร์ โดยยังคงสมมุติว่า ดวงจันทร์โคจรรอบโลกอยู่ในรูปวงกลมเดียวกับรูปวงกลมของระบบ โดยยังคงสมมุติว่า

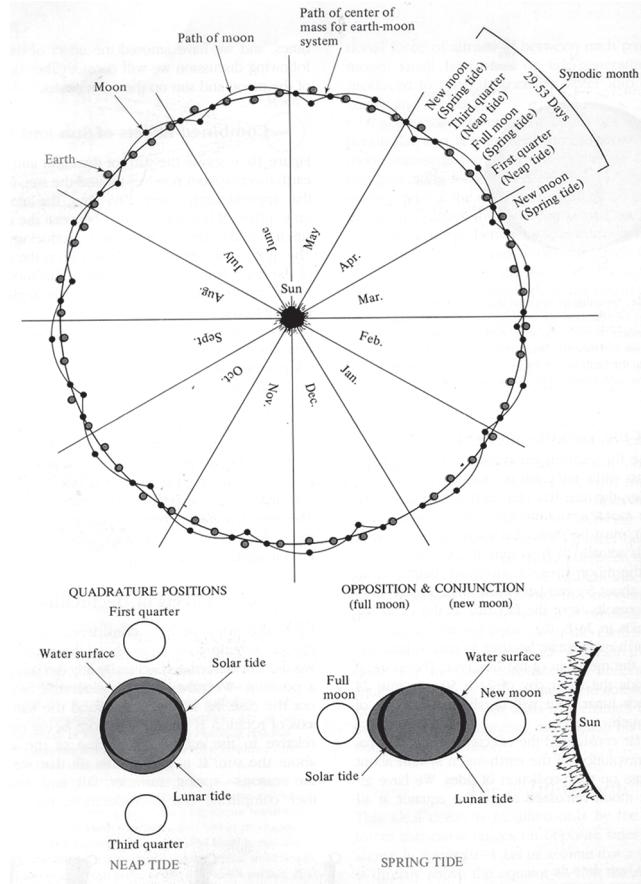


๖๗

ระดับน้ำ ในบ้านเราไทย

สำนักวิทยบริการและพัฒนาภาษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ ครบ ๔๕ ปี

พิจารณาอิทธิพลใดๆ ที่เกิดขึ้นกับระดับน้ำบนพื้นผิวโลก อันเนื่องมาจากมุมบ่ายเบน (Declination) ของดวงจันทร์ ต่อไปนี้จะพิจารณาอิทธิพลของทั้งดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ตลอดจนมุมบ่ายเบนของดาวทั้งสองที่มีต่อระดับน้ำบนพื้นผิวโลก



ภาพที่ ๔ - ๑๗ แสดงแนวเส้นทางการเคลื่อนที่ของโลกและดวงจันทร์

จากภาพที่ ๔ - ๑๗ แสดงแนวเส้นทางการเคลื่อนที่ของโลกและดวงจันทร์ที่เกิดขึ้น ในขณะที่ระบบโลก - ดวงจันทร์ มีการโคจรรอบดวงอาทิตย์ จากรูปจะเห็นได้ว่าทุกๆ ๒๗.๕๓๐ วัน โดยประมาณ ดวงจันทร์จะกลับมาอยู่ในวัฏจักร (Phase) เดียวกัน เมื่อดวงจันทร์โคจรมาอยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ในตำแหน่งที่อยู่ร่วมแนวเดียวกัน เรียกว่า คุณจังก์ชั่น (Conjunction) นั้นจะเกิดจันทร์มีดมิดทั้งดวง (New Moon) เมื่อดวงจันทร์โคจรไปอยู่ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ โดยมีโลกอยู่ตรงกลางในตำแหน่งที่ตรงกันข้าม เรียกว่า คอมโพสิชั่น (Composition) นั้น จะเกิดจันทร์เต็มดวง (Full Moon) สำหรับพระจันทร์เลี้ยว (Quarter Moon) นั้น จะเกิดขึ้นเมื่อตำแหน่งของดวงจันทร์อยู่ในแนวเป็นมุ่งจากกับดวงอาทิตย์โดยมีโลกเป็นจุดศูนย์กลาง

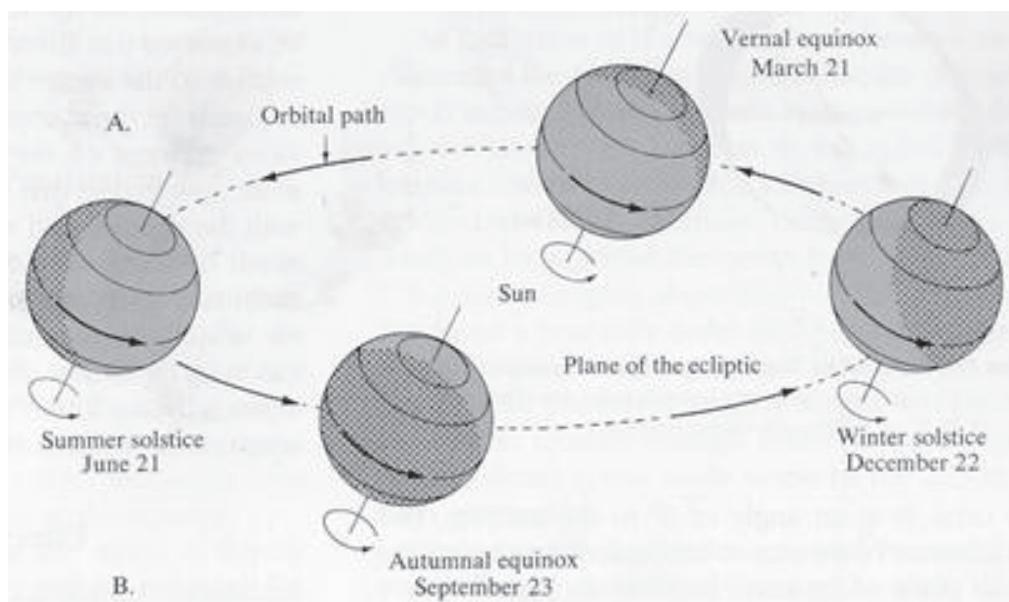
เมื่อเกิด New Moon และ Full Moon นั้น แรงดึงดูดจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีต่อระดับน้ำจะเสริมกันทำให้พิสัยของน้ำ (Tidal Range) ซึ่งก็คือระยะทางดึงระหว่างน้ำขึ้นเต็มที่และระดับน้ำลงเต็มที่ ที่เกิดขึ้นในบริเวณน้ำมีค่าสูงสุด (Maximum Tidal Range) ในวัฏจักร Quarter Moon นั้นแรงดึงดูดจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ซึ่งอยู่ในแนวตั้งจากกันนั้นจะหักล้างกันบางส่วนทำให้พิสัยของน้ำบนโลกมีค่าน้อยที่สุด (Minimum Tidal Range) โดยระดับน้ำที่เกิดขึ้นในช่วงที่พิสัยของน้ำมีค่าสูงสุดในวัฏจักร New Moon และ Full Moon ดังกล่าวนั้น มีชื่อเรียกว่า ระดับน้ำหนาน้ำเกิด (Spring Tide) ส่วนระดับน้ำที่เกิดขึ้นในช่วงที่พิสัยของน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงวัฏจักร Quarter Moon (ทั้ง 1st Quarter และ 3rd Quarter) มีชื่อเรียกว่า ระดับน้ำหนาน้ำตาย (Neap Tide) ใน



ภาพที่ ๔ - ๑๒ ช่วงระยะเวลาระหว่างการเกิดระดับน้ำหน้าน้ำเกิดสองครั้งติดกัน (หรือระหว่างพระจันทร์เต็มดวง และพระจันทร์满) หรือช่วงระยะเวลาระหว่างการเกิดระดับน้ำหน้าน้ำตายสองครั้งติดกัน (ระหว่าง 1st Quarter และ 3rd Quarter) จะมีระยะเวลาประมาณ ๒ สัปดาห์

๔.๑๖ ผลกระทบจากมุมบ่ายเบน (Declination)

ที่ผ่านมาตนเรารู้สึกว่าการระดับน้ำโดยสมมุติว่าด้วยจันทร์และดวงอาทิตย์ โครงการอยู่ในระบบเดียวกับศูนย์สูตรของโลกตลอดเวลา แต่ความจริงไม่ได้เป็นเช่นนั้น เนื่องจากเมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์โลกจะหมุนรอบแกนหมุนของตัวเองซึ่งเอียงเป็นมุม ๒๓.๕ องศา กับแนวตั้งฉากกับระบบอคคลิปติก (Ecliptic) ซึ่งเป็นระบบที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ (การเอียงของแกนโลกดังกล่าวทำให้โลกมีถูกกาลต่างๆ เกิดขึ้น เช่น ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว) เมื่อพิจารณาถึงความจริงที่ว่าระบบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกทำมุม ๒ องศา กับระบบอคคลิปติก แล้วมุมที่จุดศูนย์กลางโลกของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ในขณะที่อยู่ในตำแหน่งเหนือและใต้แนวระบบศูนย์สูตรของโลก เรียกว่า มุมบ่ายเบน (Declination) มุมเอียงของแกนโลกล้มพังกับระบบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์นั้น แสดงในภาพที่ ๔ - ๑๓



ภาพที่ ๔ - ๑๓ การเปลี่ยนแปลงมุมบ่ายเบนของดวงอาทิตย์

จะเห็นได้ว่าแกนเอียงของโลกนั้นเอียงไปในทิศทางคงที่ในอว拉斯ตลอดปีทั้งในช่วงอิควินอกซ์ (Equinoxes) และโซลสติซีส์ (Solstices) ในช่วงเวอร์นอล อิควินอกซ์ (Vernal Equinox) ซึ่งเกิดขึ้นในวันที่ ๒๙ มีนาคม นั้น ดวงอาทิตย์จะอยู่เหนือศูนย์สูตรพอดีในขณะที่ดวงอาทิตย์ กำลังเคลื่อนตัวจากซีกโลกใต้ของโลกผ่านเข้าสู่ซีกโลกเหนือ ส่วนในวันที่ ๒๖ มิถุนายน ช่วงชัมเมอร์โซลสติซีส์ (Summer Solstice) นั้น ดวงอาทิตย์จะอยู่ในตำแหน่งเหนือสุดของท้องฟ้า คือเหนือแนวทรอปิคօฟแคเนเชอร์ (Tropic of Cancer) ที่ละติจูด ๒๓.๕ องศาเหนือ ต่อจากนั้น ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนตัวลงต่ำลงไปในท้องฟ้าเรื่อยๆ จนในวันที่ ๒๓ กันยายน ดวงอาทิตย์จะอยู่เหนือแนวศูนย์สูตร อีกพอดี เรียกว่า ออทัมโนล อิควินอกซ์ (Autumnal Equinox) สามเดือนต่อมาดวงอาทิตย์จะเคลื่อนตัวลงต่ำลงไปในท้องฟ้าเรื่อยๆ จนช่วงวันเทอร์โซลสติซีส์ (Winter Solstice) ในวันที่ ๒๒ มกราคม ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนตัวมาอยู่เหนือแนวละติจูด ๒๓.๕ องศาใต้ หรือทรอปิคօฟแคปริคօร์น (Tropic of Capricorn) ดังนั้นดวงอาทิตย์จะมี

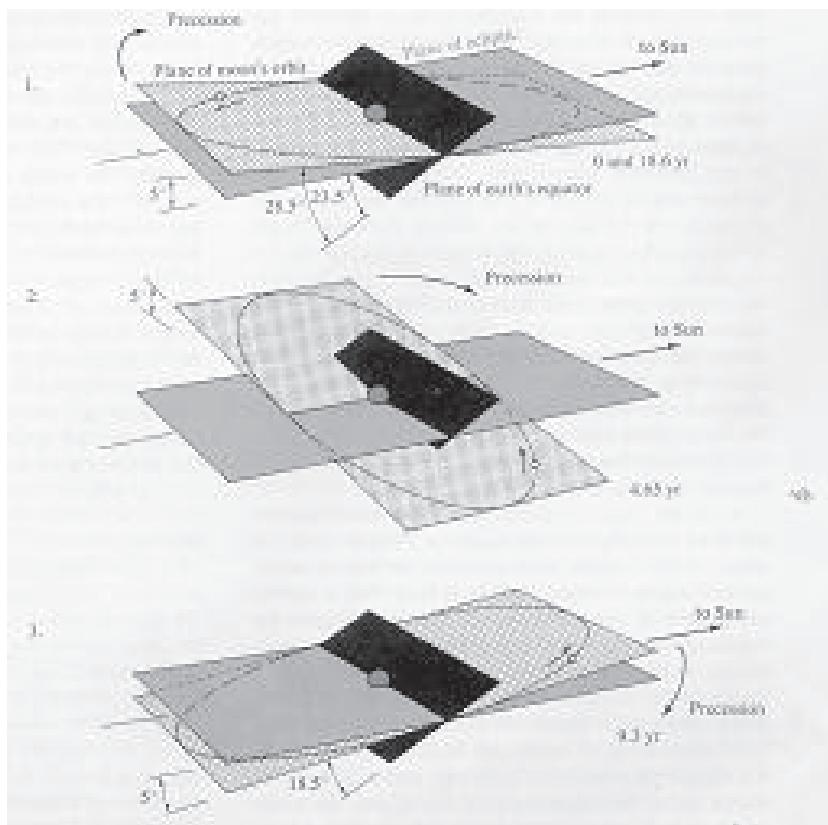


๖๔ ระดับน้ำ ในบ้านไทย

สำนักวิเคราะห์ภัยธรรมชาติ กรมอุตุฯ ๕๙ ปี

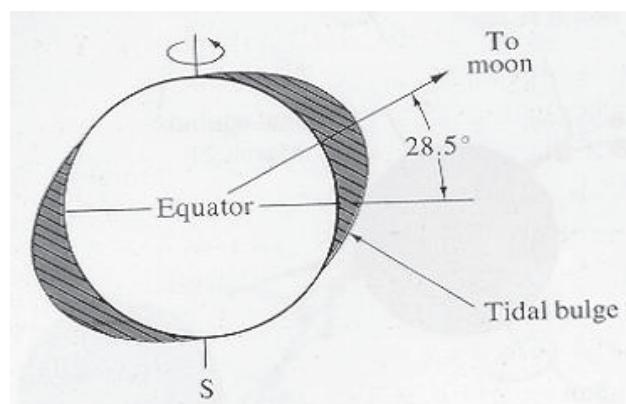
ค่ามุ่งบ่ายเบนแปรผันไประหว่าง ๒๓.๕ องศาเหนือ ถึง ๒๓.๕ องศาใต้ ของแนวศูนย์สูตรโลกในรอบระยะเวลา ๑ ปี

เนื่องจากกระบวนการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกตัดกับระบบอิคลิปติกเป็นมุ่ง ๕ องศา ดังกล่าวมาแล้ว และเนื่องจากกระบวนการโคจรของดวงจันทร์มีการล่ามแก่วงด้วย ในขณะที่ยังคงรักษาหมุนต่าง ๕ องศา กับระบบอิคลิปติกโดยมีวงรอบการแก่วง ๐๘.๖ ปี จึงทำให้มุ่งบ่ายเบนของดวงจันทร์สัมพันธ์กับแนวศูนย์สูตรของโลกนั้นมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น ดังในภาพที่ ๔ - ๑๔ แสดงให้เห็นว่ามุ่งบ่ายเบน ของดวงจันทร์ในการโคจรรอบโลกนั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปมาในช่วง ๒๓.๕ องศาเหนือ ถึง ๒๓.๕ องศาใต้ ในการรอบระยะเวลา ๑ เดือน



ภาพที่ ๔ - ๑๔ แสดงมุ่งบ่ายเบนของดวงจันทร์ในการโคจรรอบโลก

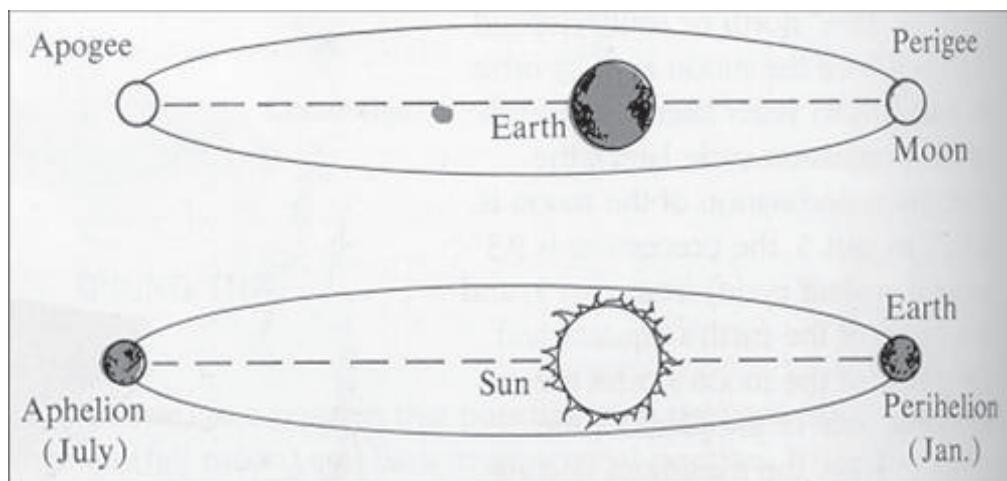
ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงมุ่งบ่ายเบนแล้ว เราไม่สามารถใช้ทฤษฎีระดับน้ำสมดุล (Equilibrium Tide) ในการอธิบายอาการเกิดระดับน้ำขึ้น น้ำลงในโลกได้ เนื่องจากมุ่งบ่ายเบนจะทำให้อาการนูนสูงขึ้นของผิวน้ำบนโลก ไม่เกิดขึ้นในบริเวณแนวศูนย์สูตรโลกดี แต่จะเกิดขึ้นในบริเวณเหนือหรือใต้แนวศูนย์สูตรออกไป และเนื่องจากแรงจากดวงจันทร์เป็นแรงทลักในการดึงดูดน้ำบนผิวโลก เราจึงเห็นการนูนสูงขึ้นของผิวน้ำเคลื่อนที่ตามการโคจรของดวงจันทร์ เมื่อดวงจันทร์มีการโคจรเคลื่อนตัวรายเดือน ข้ามแนวศูนย์สูตรของโลก ขึ้นเหนือหรือลงใต้แนวศูนย์สูตรของโลกเป็นมุ่งสูงสุด ๒๓.๕ องศา เหนือ และใต้ตามลำดับ



ภาพที่ ๔ - ๑๕ มุ่งบ่ายเบนสูงที่สุดของดวงจันทร์

๔.๑.๗ อิทธิพลต่อระดับน้ำอันเนื่องมาจากระยะทาง

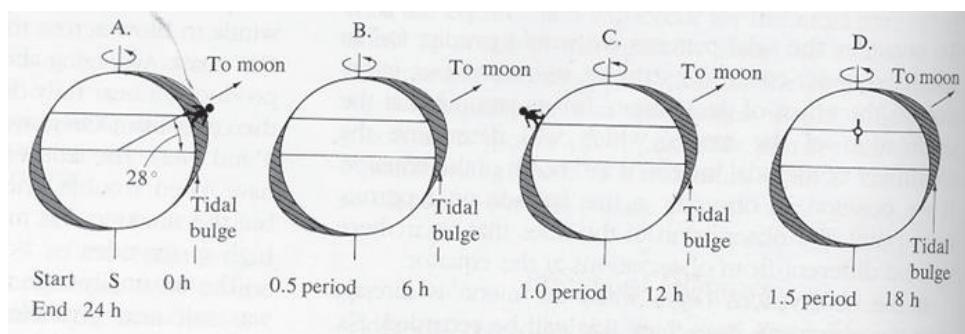
ระยะทางระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์กับโลกนั้นไม่คงที่ ดวงอาทิตย์จะอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้โลกที่สุด เรียกว่า เพอริเซเลียน (Perihelion) ในช่วงฤดูหนาวของชั่วโลกเหนือ และในตำแหน่งที่ไกลที่สุดจากโลก เรียกว่า แอปไฮเลียน (Aphelion) ในช่วงฤดูร้อนของชีกโลกเหนือ ส่วนดวงจันทร์จะอยู่ในตำแหน่งใกล้โลกที่สุดเรียกว่าเพอริจี (Perigee) และจะโคจรต่อไปสู่ตำแหน่งที่อยู่ไกลที่สุดจากโลกที่เรียกว่าapoจี (Apogee) โดยมีวงรอบ ๒๗.๕๕๙ วัน (ภาพที่ ๔ - ๑๖) หรือเรียกว่า ๑ เดือน ที่มีค่าผิดปกติ (Anomalistic Month) จุดที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด (Perigee) จะมีค่าสูงกว่าในตำแหน่งจุดที่อยู่ไกลโลกมากที่สุด (Apogee) ในทุกๆ ช่วงเดือนที่มีค่าผิดปกติ ทั้งนี้เนื่องจากแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่กระทำต่อมวลน้ำในโลก มีค่าแปรผันเป็นส่วนกลับกันกับค่ากำลังสามของระยะทางระหว่างศูนย์กลางโลกและดาวหิ้งสอง มันจึงมีความสำคัญมากตามที่ได้กล่าวไว้แล้ว เนื่องจากความแตกต่างของระยะทางระหว่างดวงอาทิตย์และดวงจันทร์กับโลกดังกล่าวมานั้น ทำให้พิสัยของน้ำในชีกโลกเหนือในช่วงฤดูหนาวมีค่ามากกว่าฤดูร้อน



ภาพที่ ๔ - ๑๖ ตำแหน่งของโลก ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์อยู่ใกล้และไกลที่สุด

๔.๑.๘ การคำนวณน้ำตามทฤษฎีระดับน้ำสมดุล (Equilibrium Tide Prediction)

ผู้ลังเกตจะเห็นว่าเมื่อดวงจันทร์อยู่เหนือศีริษะผู้ลังเกตนั้น ระดับน้ำขึ้นเต็มที่ (High Tide) จะเกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่ซึ่งผู้ลังเกตอยู่ โดยอีก ๖ ชั่วโมง ทางจันทรคติ (๖ ชั่วโมง ๑๒.๕ นาที ทางสุริยคติ) ต่อมาระดับน้ำลงเต็มที่ (Low Tide) จะเกิดขึ้นตามมา และอีก ๖ ชั่วโมง ต่อมาระดับน้ำขึ้นสูง (High Tide) อีกครั้งหนึ่งจะเกิดขึ้นโดยระดับน้ำขึ้นสูงครั้งนี้จะมีระดับต่ำกว่าระดับน้ำขึ้นเต็มที่ครั้งแรก (ภาพที่ ๔ - ๑๗)

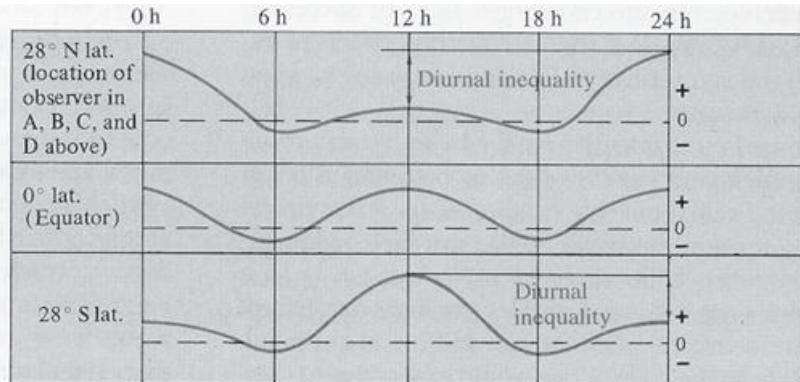


ภาพที่ ๔ - ๑๗ แสดงการเกิดน้ำขึ้น น้ำลงเต็มที่



สำรองลักษณะคล้ายวันสถาปนากรุงศรีอยุธยาครบรอบ ๔๖๕ ปี

โดยเมื่อครบรอบ ๒๕๗๘ ปี (ทางจันทรคติ) ผู้สังเกตจะพบว่าเกิดน้ำขึ้นเต็มที่ ๒ ครั้ง และลงเต็มที่ ๒ ครั้ง ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ ๔ - ๑๔



ภาพที่ ๔ - ๑๔ กราฟน้ำแสดงการเกิดน้ำขึ้น น้ำลงเต็มที่ตามละติจูดที่ต่างกัน

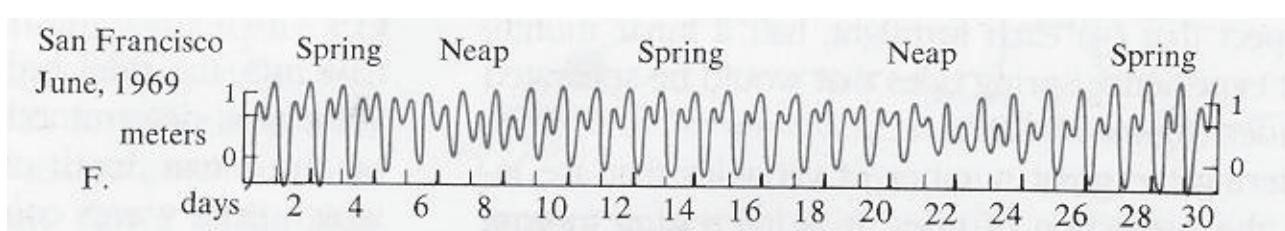
ในภาพที่ ๔ - ๑๔ กราฟน้ำแสดงให้เห็นความสูงระดับน้ำเดียวกันในรอบ ๑ วัน (ทางจันทรคติ) ทั้งที่เกิดขึ้นณ ตำแหน่งที่ในบริเวณแนวศูนย์สูตรและที่แนวละติจูด ๐° องศาเหนือและใต้ โดยความแตกต่างในทางดึงของระดับน้ำขึ้นเต็มที่ ๒ ยอดที่อยู่ติดกัน และระดับน้ำลงเต็มที่ ๒ ยอดที่อยู่ติดกันอันเนื่องมาจากมุมบ่ายเบนของดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์นั้นเรียกว่า ภาวะไม่เท่ากันประจำวัน (Diurnal Inequality)

โดยสรุปแล้ว ระดับน้ำตามอิทธิพลของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ในมหาสมุทรสมมุติที่มีความลึกสม่ำเสมอ ณ ตำแหน่งที่ใดๆ ที่ไม่ได้อยู่ในแนวศูนย์สูตรนั้น เราจะพบระดับน้ำตามทฤษฎีระดับน้ำสมดุลเกิดขึ้นโดยจะมีลักษณะ คือ ก. มีระดับน้ำขึ้นเต็มที่เกิดขึ้น ๒ ครั้ง และระดับน้ำลงเต็มที่เกิดขึ้น ๒ ครั้ง ในรอบ ๑ วัน

(ทางจันทรคติ) ยกเว้นในบางโอกาสที่เกิดขึ้นน้อยมากคือ เมื่อทั้งดวงอาทิตย์และดวงจันทร์อยู่เหนือแนวศูนย์สูตรโลก ข. เราจะพบว่าระดับน้ำขึ้นเต็มที่ทั้ง ๒ ยอด และระดับน้ำลงเต็มที่ทั้ง ๒ ยอดนั้น ต่างมีความสูงไม่เท่ากัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงมุมบ่ายเบนของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์

ค. พิสัยของน้ำที่เกิดขึ้นในรอบเดือนและปี จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะทาง ระหว่างโลก กับดวงจันทร์และดวงอาทิตย์

ง. ในแต่ละเดือนทางจันทรคติ ทุกครึ่งเดือนจะเกิดระดับน้ำหนึ้นน้ำเกิด (Spring Tide) ๒ ครั้ง แทรกด้วย ระดับน้ำหน้าน้ำตาย (Neap Tide)



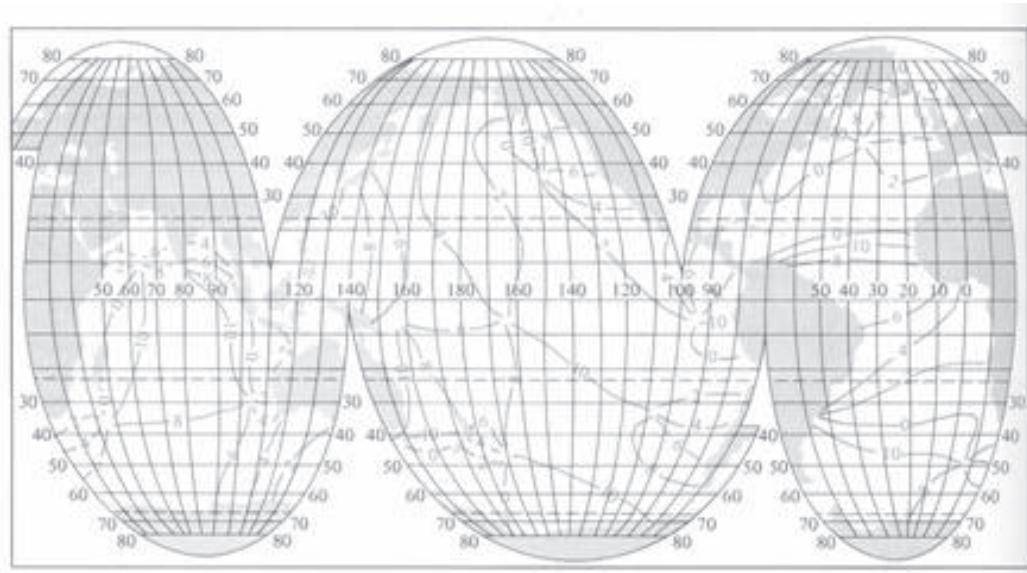
ภาพที่ ๔ - ๑๕ กราฟน้ำแสดงระดับน้ำหนึ้นน้ำเกิดและน้ำหน้าตาย

เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ลักษณะที่สามารถทำให้เกิดแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ ต่อระดับน้ำบนผิวโลกสูงสุด จะเกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ต่ำแห่งใกล้โลกที่สุด และอยู่ในตำแหน่งที่อยู่ร่วมในแนวเดียวกัน (ช่วงพระจันทร์มีดหมวด) หรืออยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน (ช่วงพระจันทร์เต็มดวง) ในขณะที่ดวงจันทร์อยู่ใน

ตำแหน่งใกล้โลกมากที่สุดและหัวดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มีค่ามุมบ่ายเบนเป็นศูนย์ ลักษณะดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวในรอบ ๑,๖๐๐ ปี ซึ่งจะเกิดขึ้นครั้งต่อไปในปี พ.ศ.๓๔๕๗ (ค.ศ.๑๓๐๐)

๔.๑.๙ ทฤษฎีระดับน้ำพลวต (Dynamical Theory of Tides)

เมื่อดวงจันทร์หมุนรอบโลกนั้น ยอดมุมสูงของระดับน้ำบนผิวโลก (เปรียบเสมือนยอดคลื่นขนาดยักษ์) ทั้งสองยอดที่อยู่ทางฝั่งตรงกันข้ามของผิวโลก ซึ่งอยู่ห่างกันเป็นระยะครึ่งเส้นรอบวงของโลก (ประมาณ ๒๒,๐๐๐ กิโลเมตร) นั้น คลื่นระดับน้ำควรจะเคลื่อนตัวบนผิวโลกด้วยความเร็วมากกว่า ๑,๖๐๐ กิโลเมตร/ชั่วโมง ในการที่คลื่นระดับน้ำ (Tidal Wave) นี้จะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ๑,๖๐๐ กิโลเมตร/ชั่วโมง ได้นั้นมหาสมุทรในอุดมคติจะต้องมีความลึกเฉลี่ยถึง ๒๒ กิโลเมตร เป็นอย่างน้อย แต่เนื่องจากความลึกของมหาสมุทรตามจริงนั้นมีความลึกเฉลี่ยเพียง ๓.๕ กิโลเมตรเท่านั้น ซึ่งความลึกเท่านี้คลื่นระดับน้ำดังกล่าว จะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็ว ๑,๖๐๐ กิโลเมตร/ชั่วโมง ได้เลย เนื่องจากความเร็วคลื่นนั้นจะถูกจำกัดด้วยความลึกของน้ำในมหาสมุทรด้วย ซึ่งความลึกเฉลี่ยของมหาสมุทร ๓.๕ กิโลเมตร นี้ คลื่นระดับน้ำจะสามารถเดินทางข้ามทะเบียนได้ด้วยความเร็วเพียง ๗๐๐ กิโลเมตร/ชั่วโมง เท่านั้น จากข้อจำกัดดังกล่าวนี้เองคลื่นระดับน้ำตามทฤษฎีระดับน้ำสมดุลที่มีการยกตัวผู้สูงขึ้นของระดับผิวน้ำน้ำเกิดขึ้นบนผิวโลกของบริเวณ ทั้งบริเวณผิวน้ำน้ำบนพื้นผิวโลกส่วนที่อยู่ทางด้านเดียว กับดวงจันทร์ และทางด้านตรงข้ามกับดวงจันทร์จะไม่สามารถรักษาสภาพดังกล่าวไว้ได้ และจะแตกออกเป็นเซลล์ (Cell) ต่างๆ จำนวนหลายเซลล์ โดยในทะเบียนนั้นแนวยอดคลื่นและท้องคลื่นของระดับน้ำในแต่ละเซลล์ดังกล่าวนั้น จะมีการเคลื่อนตัวหมุนไปรอบจุดศูนย์กลางเซลล์ที่เรียกว่า จุดน้ำทะเลขระดับ (Amphidromic Point) ซึ่งจุดดังกล่าวนี้ ตามทฤษฎีนั้นจะมีค่าพิสัยของน้ำเป็นศูนย์และแนวสันคลื่นที่เกิดจากการต่อแนวระดับน้ำขึ้นเต็มที่ (High Tide) ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกันนั้นจะมีชื่อเรียกว่าน้ำขึ้นเต็มที่พร้อมกัน (Cotidal Line)



ภาพที่ ๔ - ๒๐ แนวน้ำขึ้นเต็มที่พร้อมกันทุกช่วงระยะเวลา ๒ ชั่วโมง

ภาพที่ ๔ - ๒๐ แสดงให้เห็นแนวน้ำขึ้นเต็มที่พร้อมกันทุกช่วงระยะเวลา ๒ ชั่วโมง สำหรับมหาสมุทรต่างๆ บนโลก ซึ่งตำบลที่ปรากฏบนแนวดังกล่าวจะแสดงถึงจำนวนเวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งแนวระดับน้ำขึ้นสูงนี้จะเกิดขึ้นในบริเวณน้ำที่ลังจากที่ดวงจันทร์เคลื่อนตัวผ่านเมอร์เดียนกรีนิช ซึ่งจะเห็นว่าการเคลื่อนที่หมุนไปเป็นวงของแนวระดับน้ำขึ้นเต็มที่นั้นจะเคลื่อนตัวไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในชีกโลกเหนือและตามเข็มนาฬิกาในชีกโลกใต้ โดย

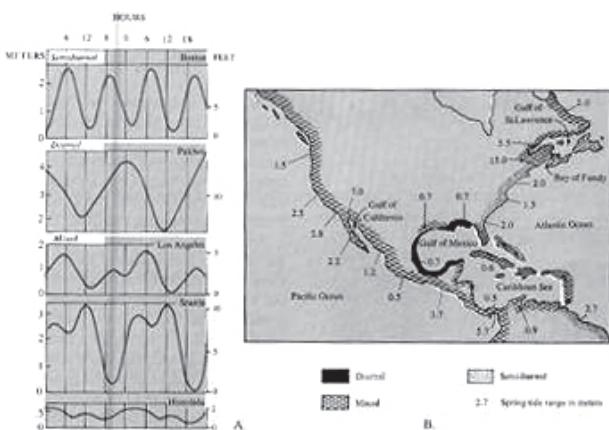


หมุนเวียนครบทั้ง ๑ รอบ ในช่วง ๑ คาบเวลา ของการเกิดระดับน้ำ (Tidal Period) และขนาดของเซลล์ระดับน้ำนี้จะ ถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขดังกล่าว (โดยปกติ ๒๔ ชั่วโมงทางจันทรคติ) ภายในแต่ละเซลล์น้ำท่าเลคงระดับ (Amphidromic Cell) น้ำ ระดับน้ำลงต่ำ (Low Tide) จะเกิดขึ้นทุก ๖ ชั่วโมง หลังจากเกิดระดับน้ำขึ้นเต็มที่ (High Tide) เช่น จากภาพที่ ๔ - ๕๐ น้ำ ระดับน้ำขึ้นเต็มที่จะเกิดขึ้นตามแนวโน้มน้ำขึ้นเต็มที่พร้อมกันทั่วโลก ๑๐ ในขณะเดียวกันที่ ระดับน้ำลงเต็มที่จะเกิดขึ้นที่แนวโน้มน้ำขึ้นเต็มที่พร้อมกันทั่วโลก ๕

ในการทำนายระดับน้ำ ยังต้องพิจารณาผลกราฟจากทวีปหรือแผ่นดิน ที่ตั้งอยู่กีดขวางการเคลื่อนตัวของ ยอดระดับน้ำ (Tidal Bulge) ที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรด้วย แอ่งมหาสมุทร (Ocean Basin) ต่างๆ ซึ่งถูกรายรอบไป ด้วยทวีปนั้นจะมีรูปแบบของคลื่นนิ่งอิสระ (Free-standing Wave) ซึ่งคลื่นดังกล่าวนี้จะส่งผลกระทบต่อรูปแบบ ของคลื่นระดับน้ำที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรต่างๆ ในโลก ยกตัวอย่างเช่นทำให้ระดับน้ำขึ้นเต็มที่มักจะไม่เกิดขึ้นในขณะ ที่ดวงจันทร์อยู่แนวเดียวกับเมอริเดียน ผู้ลังเกต ณ ตำบลที่ใดๆ พอดี แต่จะเกิดล่าช้าแตกต่างกันออกไปตามตำบล ที่ต่างๆ อันเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ อาทิ ซึ่งเป็นตัวควบคุมรูปแบบของระดับน้ำที่เกิดขึ้น ณ ตำบลที่ต่างๆ

๔.๑.๑๐ ชนิดของระดับน้ำ (Types of Tides)

ตามทฤษฎีระดับน้ำสมดุล เราชาระดับน้ำขึ้นเต็มที่และระดับน้ำลงเต็มที่เกิดขึ้น ๒ ครั้ง ใน ๑ วันทาง จันทรคติ แต่เนื่องจากอิทธิพลต่าง ๆ ที่มาเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงรูปแบบของระดับน้ำที่เกิดขึ้น เช่น ความลึกที่ไม่ สม่ำเสมอของมหาสมุทร ขนาดของมหาสมุทร และรูปร่างของแอ่งมหาสมุทร ดังนั้นระดับน้ำที่ทำนายได้ ณ ตำบล ที่หลายแห่งบนโลก ตามทฤษฎีระดับน้ำสมดุล จึงถูกแทนที่ด้วยการเกิดระดับน้ำเดียว (Diurnal : Daily) การเกิดระดับน้ำคู่ (Semi-Diurnal : Twice Daily) หรือการเกิดระดับน้ำผสม (Mixed Tide)

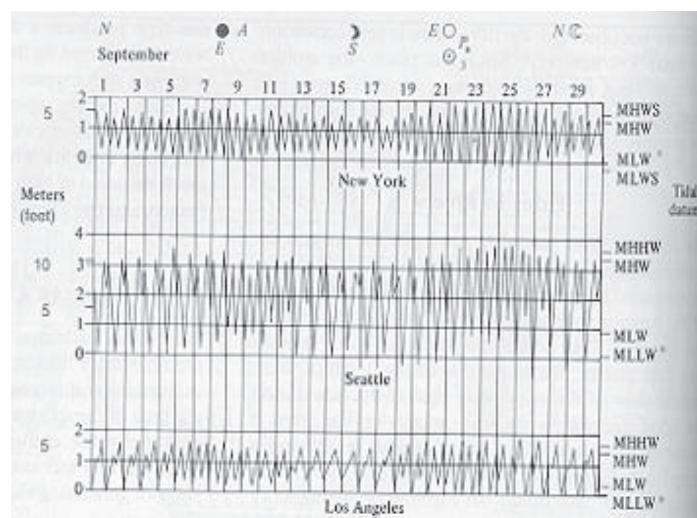


ภาพที่ ๔ - ๕๐ ชนิดของระดับน้ำ

น้ำเดียวจะมีระดับน้ำขึ้นเต็มที่ ๑ ยอด และ ระดับน้ำลงเต็มที่ ๑ ยอด เกิดขึ้นใน ๑ วันทางจันทรคติ ตัวอย่างน้ำเดียวได้แก่ระดับน้ำที่เกิดขึ้นในอ่าวเม็กซิโก และ ตามแนวชายฝั่งตะวันออกของเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งต่างก็มีความการเกิด ๒๔ ชั่วโมง ๕๐ นาที น้ำคู่จะมี ระดับน้ำขึ้นเต็มที่ ๒ ครั้ง และ ลงเต็มที่ ๒ ครั้ง ภายใน ๑ วัน ทางจันทรคติ โดยยอดน้ำขึ้นเต็มที่ทั้งสองครั้ง และ ยอดน้ำลงเต็มที่ทั้งสองครั้งต่างก็มีระดับความสูงเท่ากัน โดยประมาณ น้ำคู่ได้แก่ระดับน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่ง ประเทศสหรัฐอเมริกาทางด้านมหาสมุทรแอตแลนติก ระดับ น้ำคู่จะมีความการเกิด ๒๔ ชั่วโมง ๕๕ นาที

สำหรับระดับน้ำผสม (Mixed Tide) นั้นจะมี

ลักษณะการผสมระหว่างระดับน้ำเดียวและระดับน้ำคู่ โดยมียอดน้ำขึ้นเต็มที่เกิดขึ้น ๒ ครั้ง และยอดน้ำลงเต็มที่เกิด ขึ้น ๒ ครั้ง โดยระดับน้ำขึ้นเต็มที่และระดับน้ำลงเต็มที่ทั้งสองครั้งที่เกิดขึ้นจะมีระดับความสูงต่างกัน ซึ่งเรียกว่า ภาวะ ไม่เท่ากันประจำวัน (Diurnal Inequality) คาบของเกิดน้ำผสมนั้นมักจะเป็น ๑๒ ชั่วโมง ๕๕ นาที ซึ่งเป็น ลักษณะของน้ำคู่ อย่างไรก็ตามอาจมีคาบ ๒๔ ชั่วโมง ๕๐ นาที ตามลักษณะของน้ำเดียวที่ได้ ภาวะไม่เท่ากันประจำวันนั้น จะมีค่ามากที่สุดในขณะที่ดวงจันทร์มีค่ามุ่งบ่ายเบนสูงสุด ซึ่งระดับน้ำที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้จะเรียกว่า ระดับน้ำ ทรอปิคอล (Tropical Tides) ส่วนเมื่อดวงจันทร์อยู่เหนือแนวศูนย์สูตร ค่าภาวะไม่เท่ากันประจำวันจะมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งระดับน้ำที่มีลักษณะดังกล่าวเรียกว่า ระดับน้ำศูนย์สูตร (Equatorial Tides)



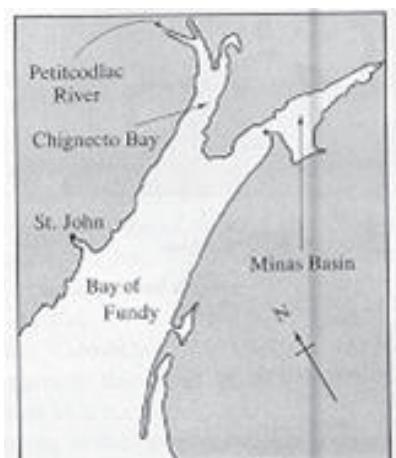
ภาพที่ ๔ - ๒๒ กราฟน้ำแสดงระดับน้ำผสม

๔.๐.๑๑ ระดับน้ำในอ่าวแคบ (Tide in Narrow Bays)

เมื่อคลื่นระดับน้ำมีการเคลื่อนที่สูบวิเวณที่ตื้นของน่าน้ำชายฝั่ง แนวคลื่นระดับน้ำจะมีการสะท้อน (Reflection) ซึ่งในบางกรณีคลื่นนิ่ง (Standing Wave) ที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนกับแนวน้ำตื้นของฝั่งนั้นอาจมีความที่ใกล้เคียงกับคลื่นระดับน้ำดังกล่าวเท่านั้นได้ ซึ่งสภาพการเกิดการสะท้อนกลับไปมา (Resonance) ของคลื่นนิ่งนี้อาจช่วยเสริมกับอาการนูนสูงขึ้นและต่ำลงของระดับน้ำจนทำให้ระดับน้ำที่เกิดขึ้นมีค่าพิสัยของน้ำสูงยิ่งขึ้นตัวอย่างเช่น ระดับน้ำที่เกิดขึ้นในบริเวณอ่าวฟันดี้ (Bay of Fundy) อ่าวดังกล่าวมีความยาว ๒๕๕ กิโลเมตร และมีช่อง

ทางเปิดออกสู่มหาสมุทรแอตแลนติก โดยอ่าวฟันดี้ถูกแบ่งออกเป็นสองแควบๆ จำนวน ๒ แควบ ทางปลายอ่าวด้านเหนือ คือ แควบชิกเนกโท (Chignecto Bay) และแควบไมนาส (Minas Bay) ดังภาพที่ ๔ - ๒๓

ความลับของคลื่นนิ่งในอ่าวฟันดี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความของระดับน้ำที่เกิดขึ้นในอ่าวนี้มาก ทำให้เกิดการสะท้อนกลับไปกลับมาของผิวน้ำน้ำ อัดให้มวลน้ำไปรวมกับบริเวณตอนเหนือของอ่าวจนทำให้พิสัยของน้ำเกิดบริเวณดังกล่าวมีค่าสูงสุด โดยเฉพาะทางตอนเหนือของแควบไมนาส คือ มีพิสัยของน้ำสูงสุด ๑๗ เมตร และมีพิสัยของน้ำต่ำสุด ๒ เมตร เกิดขึ้นบริเวณช่องทางเปิดของแควบดังกล่าว โดยพิสัยของน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นจากบริเวณปากแม่น้ำไปยังบริเวณตอนเหนือของอ่าว



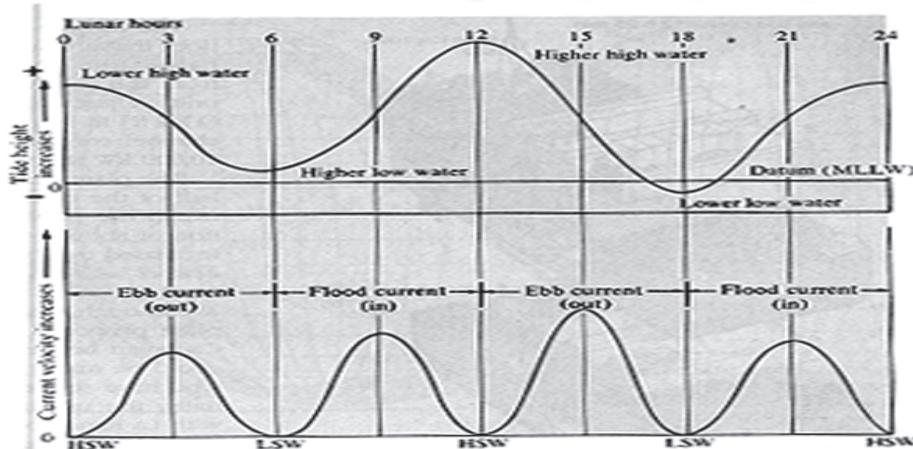
ภาพที่ ๔ - ๒๓ อ่าวฟันดี้

๔.๐.๑๒ กระแสระดับน้ำในบริเวณชายฝั่ง (Coastal Tidal Currents)

กระแสระดับน้ำในทะเลเปิดที่เกิดขึ้นจากการหันเลี้ยวของยอดระดับน้ำ(ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซิกโอลกเหนือ)นั้น เรียกว่ากระแสแน่นโรเตารี (Rotary Current) สำหรับบริเวณชายฝั่งที่มีน้ำตื้นนั้น กระแสแน่นโรเตารีดังกล่าวนี้จะได้รับอิทธิพลจากการเลี้ยดท่านกับพื้นท้องทะเล จึงทำให้กระแสแน่นโรเตารีเกิดการเปลี่ยนแปลงกลایเป็นกระแสแน่นย้อนทาง (Reversing Current) ที่มีการเคลื่อนที่ในทิศทางเข้าออกจากฝั่ง มีได้มีการเคลื่อนที่ในทิศทางขนานของฝั่งดังกระแสแน่นโรเตารีที่ไป นักเดินเรือจะต้องพึงระวังต่อกระแสแน่นย้อนทางนี้เนื่องจากกระแสน้ำอาจมีความเร็วมากถึง ๔๔ กิโลเมตร/ชั่วโมง เช่นที่เกิดขึ้นในบริเวณช่องแคบจำกัดของหมู่เกาะต่างๆ และฝั่งบริติช



โคลัมเบียของแคนาดา ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว กระแสน้ำโรคตรีในทะเลเปิดของบริเวณดังกล่าวจะมีความเร็วเพียง ๑ กิโลเมตร/ชั่วโมง เท่านั้น กระแสน้ำย้อนทางที่เกิดขึ้นในแต่ละวันทางจันทรคติสำหรับระดับน้ำผิวน้ำได้แสดงให้เห็นในภาพที่ ๔ - ๒๒ โดยในแต่ละวันทางจันทรคติ ในช่วงต้นของระดับน้ำขึ้นเต็มที่ (High Tide) นั้น กระแสน้ำย้อนทางดังกล่าวจะมีความเร็วเป็นศูนย์ เมื่อระดับน้ำขึ้นสูงสุดจนถึงจุดที่ระดับน้ำหยุดนิ่ง แต่เมื่อระดับน้ำขึ้นสูงสุด (High Slack Water) นั้น กระแสน้ำย้อนทางดังกล่าวจะเริ่มต้นเคลื่อนที่ในทิศทางออกจากชายฝั่ง หลังจากนั้น ระดับน้ำจะมีการลดระดับลง เกิดเป็นกระแสน้ำไหลลง (Ebb Current) ที่มีความเร็วเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงความเร็วสูงสุดในสามชั่วโมงหลังจากการเกิดระดับน้ำนึงยอดสูง (High Slack Water) หลังจากนั้นกระแสน้ำย้อนทางจะมีความเร็วลดลงเรื่อยๆ จนมีความเร็วเป็นศูนย์อีกรอบหนึ่งในช่วงน้ำนึงยอดต่ำ (Low Slack Water) ยอดแรกของการเปลี่ยนแปลงของความเร็วกระแสน้ำย้อนทางที่เกิดขึ้นนั้น จะมีความสัมพันธ์กับวัฏจักรของการเกิดระดับน้ำในแต่ละวันจะเห็นได้ว่าความเร็วสูงสุดของกระแสน้ำย้อนทางจะเกิดขึ้นในช่วงกลางลดระดับลงเกิดเป็นกระแสน้ำไหลลง (Ebb Current) ที่มีความเร็วเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงความเร็วสูงสุดในสามชั่วโมงหลังจากการเกิดระดับน้ำนึงยอดสูง (High Slack Water) หลังจากนั้นกระ Manafortาเรนน้ำย้อนทางจะมีความเร็วลดลงเรื่อยๆ จนมีความเร็วเป็นศูนย์อีกรอบหนึ่งในช่วงน้ำนึงยอดต่ำ (Low Slack Water) ยอดแรกของการเปลี่ยนแปลงของความเร็วกระแสน้ำย้อนทางที่เกิดขึ้นนั้น จะมีความสัมพันธ์กับวัฏจักรของการเกิดระดับน้ำในแต่ละวัน จะเห็นได้ว่าความเร็วสูงสุดของกระ Manafortาเรนน้ำย้อนทางจะเกิดขึ้นในช่วงกลางระหว่างการเกิดระดับน้ำขึ้นเต็มที่ยอดสูง (Higher High Water) และระดับน้ำลงเต็มที่ยอดต่ำ (Lower Low Water : LLW)



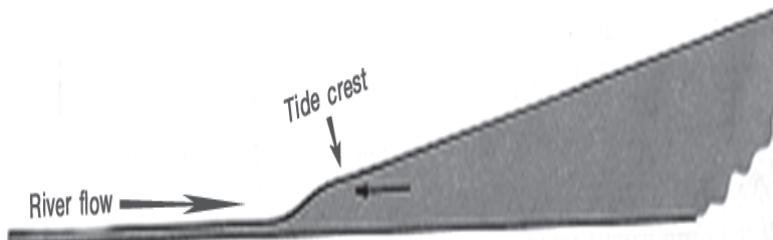
ภาพที่ ๔ - ๒๒ กราฟน้ำแสดง
กระแสดับน้ำบริเวณชายฝั่ง

จากภาพที่ ๔ - ๒๒ จะเห็นได้ว่าระดับน้ำลงเต็มที่ยอดต่ำ (LLW) นั้นมีค่าเป็นลบ คืออยู่ใต้เส้นแนวระดับศูนย์ หรือแนวเส้นเกณฑ์น้ำ ซึ่งในการนี้ใช้ระดับน้ำลงเต็มที่ยอดต่ำปานกลาง (Mean Lower Low Water : MLLW) เป็นเกณฑ์ตามที่นิยมใช้กันในบริเวณที่มีระดับน้ำเป็นชนิดน้ำผิวน้ำ อย่างไรก็ตามในบริเวณอื่นๆ ที่ไม่มีระดับน้ำเป็นชนิดน้ำผิวน้ำแล้ว มักใช้ระดับน้ำลงเต็มที่ปานกลางเฉลี่ย (Average Low Tide) เป็นแนวเส้นเกณฑ์แทนที่ ซึ่งระดับน้ำที่เกิดขึ้นในบริเวณดังกล่าวจะโดยทั่วไปแล้วจะมีค่าเป็นบวก ยกเว้นในช่วงหน้าน้ำเกิดเท่านั้นที่อาจพบว่าระดับน้ำมีค่าเป็นลบ

๔.๑.๓ ระดับน้ำในแม่น้ำ (Tides in Rivers)

การขึ้นลงของน้ำในแม่น้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลต่อเนื่องจากการขึ้นลงของน้ำในทะเลหรือมหาสมุทร แต่บางครั้งคลื่นระดับน้ำที่เคลื่อนตัวเข้าไปในแม่น้ำเกิดการประทับมวนน้ำจืดที่ไหลลงทะเลขณะน้ำท่วมอาจมีผลให้เกิดการยกตัวของมวลน้ำมากกว่าปกติ เช่น มวลน้ำในแม่น้ำแมเชอน ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ยาวที่สุดในโลกนั้น จะได้รับผลกระทบจากการขึ้นลงของระดับน้ำในทะเล โดยสามารถตรวจสอบอิทธิพลจากการขึ้นลงของระดับน้ำดังกล่าวใน

บริเวณแม่น้ำที่ลึกเข้าไปจากปากแม่น้ำเป็นระยะทางถึง ๔๐๐ กิโลเมตรได้ คลื่นระดับน้ำ (Tidal Wave) ที่เกิดขึ้นในแม่น้ำนี้จะเคลื่อนตัวจากบริเวณปากแม่น้ำขึ้นไปตามแม่น้ำในระหว่างที่เคลื่อนตัวนี้มีการสูญเสียพลังงานไปเรื่อยๆ เนื่องจากความลึกของแม่น้ำลดลง และการไหลต้านของมวลน้ำในแม่น้ำในช่วงที่มีน้ำท่วมเกิดขึ้น เมื่อแนวคลื่นระดับน้ำดังกล่าวเคลื่อนที่ขึ้นไปตามแม่น้ำ จะเริ่มมีความไม่สมมาตรมากขึ้นเรื่อยๆ จนพัฒนาเกิดเป็นแนวประเทศไทยของมวลน้ำที่มีความลาดชัน (Steep Front)



ภาพที่ ๔ - ๒๕ แนวประเทศไทยของมวลน้ำ

แนวประเทศไทยของมวลน้ำนี้จะทำให้ระดับน้ำในบริเวณนี้มีการยกตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วแต่มีการลดระดับลงอย่างช้าๆ ซึ่งถ้าสถานการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นได้เต็มที่แล้ว อาจก่อให้เกิดคลื่นแนวประเทศไทยที่มีความลาดชันมาก เรียกว่า ไทด์ บอร์ (Tidal Bore) ที่มีทิศทางการไหลขึ้นไปตามแม่น้ำขึ้นได้ Tidal Bore ที่เกิดขึ้นในบริเวณแม่น้ำอเมซอนนั้นมีชื่อเรียกว่า โพโรโรคา (Pororoca) ซึ่งมีลักษณะคล้ายเป็นแนวน้ำตกที่มีความสูงถึง ๕ เมตรและมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงถึง ๒๖ กิโลเมตร/ชั่วโมง นอกจากแม่น้ำอเมซอนแล้ว Tidal Bore ยังพบว่าเกิดขึ้นในแม่น้ำเซียงตัง ในประเทศจีน ซึ่งบางคราวมีความสูงถึง ๕ เมตร

๔.๒ การวิเคราะห์และทำนายระดับน้ำ

วิธีการอนิกเป็นวิธีการที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถทำนายความสูงของระดับน้ำได้โดยใช้สมมุติฐานว่าระดับน้ำจริงซึ่งตรวจสอบได้ คือ ผลกระทบของระดับน้ำอยู่อย่าง จำนวนมาก ซึ่งระดับน้ำอยู่แต่ละตัวจะมีความตบอบสนใจต่ออิทธิพลทางด้านราศีที่เป็นสาเหตุของแรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง โดยมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งลัมพันธ์ระหว่าง โลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ ระดับน้ำอยู่อยู่แต่ละตัวจะมี影响พลิจูด หรือความสูงโดยเฉลี่ย และวัฏภาค หรือ เวลาระหว่างอิทธิพลทางด้านราศี ผ่านตำแหน่งที่อ้างอิงกับเวลาขึ้นเต็มที่ของระดับน้ำอยู่ยันนั้นๆ 影响พลิจูด และวัฏภาคของระดับน้ำอยู่อยู่แต่ละตัว จะมีค่าเฉพาะในแต่ละตำแหน่งที่

การหาค่า影响พลิจูด และวัฏภาค ของระดับน้ำอยู่ ณ ตำแหน่งใดๆ ต้องการการตรวจวัดระดับน้ำ เป็นระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเทียบกับความของระดับน้ำอยู่ ซึ่งในปัจจุบันได้ค้นพบระดับน้ำอยู่แล้วกว่า ๔๐๐ ค่า แต่ระดับน้ำอยู่ ต่อไปนี้เป็นระดับน้ำอยู่ที่มีอิทธิพลมากที่สุด

ชื่อของระดับน้ำอยู่	ลัญลักษณ์	ค่า (ชั่วโมง)	ขนาด
Principle Lunar Semi-Diurnal	M2	๑๒.๔๙	๑๐๐
Principal Solar Semi-Diurnal	S2	๑๒.๐๐	๔๖.๖
Luni - Solar Diurnal	K1	๒๓.๙๗	๔๔.๔
Luni - Solar Diurnal	O1	๒๕.๔๙	๔๐.๕

ตารางที่ ๔ - ๑ ระดับน้ำอยู่หลัก



๔.๒.๑ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบน้ำขึ้นลง (Tidal Constituent)จากการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด

เรารู้จัก Harmonic Constituent บางตัวแล้ว แต่จากรูปแบบอย่างง่ายของ Constituent หลักสามารถตรวจสอบผลของปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้องค์ประกอบของค่า Constituent บางตัวมีการเปลี่ยนแปลงได้โดยในตอนนี้จะตรวจสอบผลของการเปลี่ยนแปลงระยะทางและมุมบ่ายเบน ของเทหવัตถุฟากฟ้าที่ก่อให้เกิด Constituent ใหม่ปัจจัยละ ๑ คือ Constituent ๑ ตัว ก่อนอื่น ลองมาดูกฎการเปลี่ยนแปลงซึ่งอยู่ในรูปทั่วๆ ไปก่อน

สมมุติว่ามี Constituent i ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ $Z(t)$ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในรูปแบบอย่างง่ายดังนี้

$$Z(t) = H(t) \cos \omega_i t \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

เมื่อ	$Z(t)$ คือ ความสูงของระดับน้ำเนื่องจาก Constituent i
	$H(t)$ คือ แอมพลิจูดของ Constituent i ณ เวลา t
	ω_i คือ ความเร็วเชิงมุมของ Constituent i
	t . คือ เวลา

ถ้าหากแอมพลิจูด $H(t)$ เปลี่ยนแปลงในรูปแบบ \cos เช่นกัน โดยมีอัตราเร็วในการเปลี่ยนแปลง ω_j ดังนี้

$$H(t) = H_0 + H_1 \cos \omega_j t \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

เมื่อ	$H(t)$ คือ แอมพลิจูดของ Constituent i ณ เวลา t ในสมการที่ ๑
	H_0 คือ แอมพลิจูดเฉลี่ยของ Constituent i
	H_1 คือ แอมพลิจูดของการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ Constituent i
	ω_j คือ ความเร็วเชิงมุมของการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ Constituent i

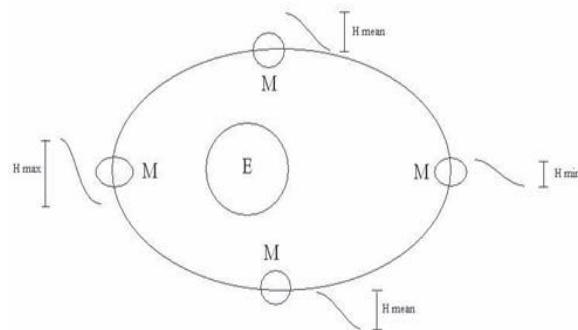
เราสามารถเขียนสมการที่ ๑ ได้ใหม่ดังนี้

$$\begin{aligned} Z(t) &= H_0 \cos \omega_i t + H_1 \cos \omega_i t \cos \omega_j t \\ &= H_0 \cos \omega_i t + \frac{H_1}{2} \cos (\omega_i - \omega_j) t \\ &\quad + \frac{H_1}{2} \cos (\omega_i + \omega_j) t \end{aligned} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

เทอมแรกเป็น Constituent ที่มีแอมพลิจูดเท่ากับแอมพลิจูดเฉลี่ย (H_0) และมีความเร็วเชิงมุม ω_i สำหรับเทอมที่ ๒ และ ๓ เป็น Constituent ใหม่ ๒ ตัว ตัวแรก คือ Constituent ที่มีแอมพลิจูดเท่ากับครึ่งหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด ($\frac{H_1}{2}$) และมีความเร็วเชิงมุมเท่ากับ $\omega_i - \omega_j$ หรือผลต่างระหว่างความเร็วเชิงมุมของ Constituent i กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูด $H(t)$

เทอมที่สองคือ Constituent ที่มีแอมพลิจูดเท่ากับ แต่มีความเร็วเชิงมุมเท่ากับ $\omega_i + \omega_j$ หรือผลรวมระหว่างความเร็วเชิงมุมของ Constituent i กับ อัตราการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูด $H(t)$ ดังนั้นหากมี Constituent i ใดๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลง แอมพลิจูด $H(t)$ ครบหนึ่งรอบโดยใช้เวลา $2\pi/\omega_j$ และสามารถแทนการเปลี่ยนแปลงได้ด้วย Constituent ๓ ตัวในสมการที่ ๓ นั่นเอง

การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ Constituent ที่พบได้ชัดเจน คือ การเปลี่ยนแปลงระยะทางและการเปลี่ยนแปลงมุมบ่ายเบน ระหว่างโลกกับเทหวัตถุฟากฟ้า ซึ่งในกรณีนี้ คือ ดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์



ภาพที่ ๔ - ๒๖ การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ M2
เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างโลกกับดวงจันทร์

๔.๒.๒ ผลของการเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ กับ M2 และ S2

M2 มีความเร็ว $2\pi \cdot 544$ องศา/ชั่วโมง (ω_i) การเปลี่ยนแปลงระยะห่างโลกถึงดวงจันทร์ครบ ๑ รอบใช้เวลา $2\pi \cdot 541$ วัน นั่นคือเวลาที่ดวงจันทร์ใช้ในการโคจรจากจุดที่อยู่ใกล้โลกที่สุด (Perigee) แล้วย้อนกลับมาที่จุดเดิม อีกครึ่งหนึ่ง ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ M2 มีความเร็ว $2\pi \cdot 541$ วัน เช่นกัน หรือเราอาจล่าว่า แอมพลิจูดของ M2 มีการเปลี่ยนแปลงด้วยความเร็ว 0.544 องศา/ชั่วโมง (ω_j) ผลของการเปลี่ยนแปลงระยะห่างจะทำให้เกิดค่า Constituent ใหม่ ๆ คือ

Smaller Lunar Ecliptic Semi - diurnal (L2) มีความเร็ว $2\pi \cdot 544 + 0.544 = 2\pi \cdot 544$ องศา/ชั่วโมง และ Larger Lunar Ecliptic Semi - diurnal (N2) มีความเร็ว $2\pi \cdot 544 - 0.544 = 2\pi \cdot 540$ องศา/ชั่วโมง

ในทำนองเดียวกัน S2 มีความเร็ว 30.000 องศา/ชั่วโมง (ω_i) การเปลี่ยนแปลงระยะห่างโลกถึงดวงอาทิตย์จะครบ ๑ รอบใน ๑ ปี เป็นผลให้แอมพลิจูดของ S2 มีการเปลี่ยนแปลงด้วยความเร็ว 0.049 องศา/ชั่วโมง (ω_j) ซึ่งทำให้เกิด Constituent สองค่าคือ

Smaller Solar Ecliptic Semi -diurnal (R2) มีความเร็ว $30.000 + 0.049 = 30.049$ องศา/ชั่วโมง และ Principal Solar Ecliptic Semi -diurnal (T2) มีความเร็ว $30.000 - 0.049 = 29.951$ องศา/ชั่วโมง

๔.๒.๓ ผลของการเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบน ของดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ กับ M2 และ S2

การเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบนของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ล่งผลกระทบต่อแอมพลิจูดของน้ำคู่เร็วเป็นสองเท่าของความเร็วในการเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบนนั้น แต่การเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบนของเทหัวตุฟากฟ้า กลับส่งผลให้แอมพลิจูดของน้ำเดี่ยวเปลี่ยนแปลงด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วในการเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบนนั้น

ในกรณีของดวงจันทร์การเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบนมีความเร็ว $2\pi \cdot 541$ วัน หรือด้วยความเร็ว 0.544 องศา/ชั่วโมง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ M2 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบน ของดวงจันทร์จะมีความเร็ว 0.049 องศา/ชั่วโมง เป็นผลให้เกิด

K2 Lunar Declinational Semi - diurnal มีความเร็ว $2\pi \cdot 544 + 0.049 = 30.049$ องศา/ชั่วโมง และ O2 Lunar Declinational Semi - diurnal มีความเร็ว $2\pi \cdot 544 - 0.049 = 29.951$ องศา/ชั่วโมง

ในกรณีของดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบน ของดวงอาทิตย์มีความ 365.25 วัน หรือความเร็ว 0.049 องศา/ชั่วโมง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของ S2 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบน ของดวงอาทิตย์จะมีความเร็ว 0.049 องศา/ชั่วโมง เป็นผลให้เกิด

K2 Solar Declinational Semi-diurnal มีความเร็ว $30.000 + 0.049 = 30.049$ องศา/ชั่วโมง และ Solar Declinational Semi-diurnal มีความเร็ว $30.000 - 0.049 = 29.951$ องศา/ชั่วโมง

ในกรณีนี้จะเห็นว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงมุนบ่ายเบนของดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์จะให้กำเนิด Constituent ที่มีความเร็ว 0.049 องศา/ชั่วโมงเท่ากัน ซึ่งเรียกว่า Luni - Solar Declination Semi - diurnal (K2)



สำนักงานคล้ายวิวน้ำสถาบันภูมภาคต่อ ครอบคลุม ๘๖ ปี

๔.๒.๔ ผลของการเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบนของ ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ กับ M1 และ S1

การเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบนของเทหัวตุฟากฟ้า เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแ้อมพลิจูดของ Constituent น้ำเดียวด้วยความเร็วเท่ากับการเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบน ของเทหัวตุฟากฟ้านั้นๆ ในกรณีของดวงจันทร์การเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบน มีค่า ๒๗.๓๗๑ วัน หรือ ๐.๕๙๘ องศา/ชั่วโมง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงแ้อมพลิจูดมีความเร็ว ๐.๕๙๘ องศา/ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงแ้อมพลิจูดของ M1 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบนของดวงจันทร์ เป็นผลให้เกิด

K1 Lunar Declination Semi-diurnal มีความเร็ว $๑๔.๔๙๙ + ๐.๕๙๘ = ๑๕.๐๙๑$ องศา/ชั่วโมง และ O1 Lunar Declination Semi-diurnal มีความเร็ว $๑๔.๔๙๙ - ๐.๕๙๘ = ๑๓.๕๙๓$ องศา/ชั่วโมง

ส่วนในกรณีของดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบน มีค่า ๑ ปี หรือ ๐.๐๙๑ องศา/ชั่วโมง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงแ้อมพลิจูดมีความเร็ว ๐.๐๙๑ องศา/ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงแ้อมพลิจูดของ S1 ซึ่งมีความเร็ว ๑๕.๐๐๐ องศา/ชั่วโมง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบน ของดวงอาทิตย์ เป็นผลให้เกิด

K1 Lunar Declination Semi-diurnal มีความเร็ว $๑๕.๐๐๐ + ๐.๐๙๑ = ๑๕.๐๙๑$ องศา/ชั่วโมง และ P1 Lunar Declination Semi-diurnal มีความเร็ว $๑๕.๐๐๐ - ๐.๐๙๑ = ๑๔.๙๙๙$ องศา/ชั่วโมง เช่นเดียวกับ K2 ผลของการเปลี่ยนแปลงมุ่งบ่ายเบนของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ทำให้เกิด Constituent ที่มีความเร็ว ๑๕.๐๙๑ องศา/ชั่วโมง ซึ่งเรียกรวมว่า Luni - Solar Declination Diurnal (K1)

๔.๒.๕ หลักพื้นฐานของการวิเคราะห์ฮาร์มอนิก

โดยทั่วไปถือว่าระดับน้ำที่พับประกอบด้วยระดับน้ำย่อยๆ จำนวนมาก ซึ่งระดับน้ำย่อยแต่ละตัวจะแทนด้วยการเปลี่ยนแปลงรูป Cosine โดยมีแ้อมพลิจูดเฉลี่ยและวัฏจักร ซึ่งสามารถหาได้จากการตรวจวัดระดับน้ำจริงเท่านั้น และ Node Factor f_i มุ่ง V และ U ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการคำนวณของเทหัวตุฟากฟ้าและเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลระดับน้ำจริง ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ฮาร์มอนิกและการทำงานของระดับน้ำอย่างลังเชป เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในด้านระดับน้ำต่อไป เป็นที่ทราบแล้วว่าระดับน้ำประกอบด้วยระดับน้ำย่อยจำนวนมาก โดยมีความล้มพ้นนี้ ดังนี้

$$H(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^N f_i H_{oi} \cos(V_i t + U_i - K_i) \dots \quad (๔)$$

$H(t)$ คือ ความสูงของระดับน้ำ ณ เวลา t จากระดับน้ำอ้างอิง

Z_0 คือ ความสูงเฉลี่ยของระดับน้ำจากระดับอ้างอิง

f_i คือ Node factor ของค่า Constituent

H_{oi} คือ แ้อมพลิจูดเฉลี่ยของ Constituent

V_i คือ มุ่งซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของ Constituent

U_i คือ มุ่งซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ของ Constituent

K_i คือ วัฏจักรของ Constituent

t คือ เวลา

หากเรากำหนดให้ η เวลาเริ่มเก็บข้อมูลเป็นเวลา $t = 0$ เราอาจเขียนสมการที่ ๔ ในรูปแบบอย่างง่าย

คือ

$$H(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^N H_{oi} \cos(U_i t + V_i) - K_i \dots \quad (๕)$$

เมื่อ H_{oi} คือ $f_i H_{oi}$

V_i คือ V_i ณ เวลา $t = 0$

U_i คือ U_i ณ เวลา $t = 0$

ω_i ດືອນໄຈ ດີວ່າ ຄວາມເງິນເຫີງມູນຂອງ Constituent ທີ່ຮັບ

$$H(t) = Z_0 + \sum_{i=0}^l H_i \cos(\omega_i t - g_i) \quad (6)$$

$$\text{ເນື້ອ } g_i = -(V_{oi} + U_i - K_i)$$

ລອງມາດູແນພະ $H \cos(\omega_i t - g_i)$ ພບວ່າອາຈາເຊີຍໃນງູປ

$$H \cos(\omega_i t - g_i) = H (\cos g_i \cos \omega_i t + \sin g_i \sin \omega_i t)$$

$$= (H \cos g_i) \cos \omega_i t + (H \sin g_i) \sin \omega_i t \quad (7)$$

ເນື່ອງຈາກວັງການ g_i ມີຄ່າຄົງດ້ວຍດັ່ງນັ້ນ ສາມາດຮັບແນນສມການທີ່ ໤ ໄດ້ດັ່ງນີ້

$$H \cos(\omega_i t - g_i) = A \cos \omega_i t + B \sin \omega_i t \quad (8)$$

$$\text{ເນື້ອ } A = H \cos g_i$$

$$\text{ແລະ } B = H \sin g_i$$

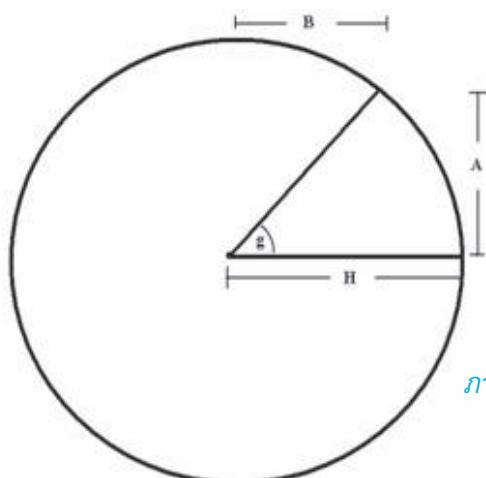
ທັງນີ້ ລັບຈາກທີ່ສາມາດຮັບຄ່າ A ແລະ B ໄດ້ ຈະສາມາດຮັບແອມພລິຈຸດ H ແລະ ວັງການ g_i

ຈາກຄວາມສໍາພັນຮັບຮວ່າງ A ແລະ B ກັບ ແອມພລິຈຸດ ແລະ ວັງການ ດັ່ງນີ້

$$H = \sqrt{A^2 + B^2} \quad \text{ແລະ} \quad g_i = \tan^{-1} \frac{B}{A} \quad (9)$$

ດັ່ງນັ້ນ ເນື້ອນໍາສມການທີ່ (7) (8) ແລະ (9) ແກ່ນຄ່າໃນສມການທີ່ (6) ແລ້ວຈະໄດ້

$$H(t) = Z_0 + \sum_{i=0}^l A_i \cos \omega_i t + \sum_{i=0}^l B_i \sin \omega_i t \quad (10)$$



ກາພທີ່ ໨ - ແກ້ໄຂ ແສດຄວາມສໍາພັນຮັບຮວ່າງ ແອມພລິຈຸດ H
ແລະ ວັງການ g_i ກັບຄ່າ A ແລະ B

4.2.6 ກາຣວິເຄຣະທີ່ໂດຍໃຊ້ຫລັກກາຣ Furrier Analysis

หากຕ້ອງກາຣວິເຄຣະທີ່ທາຄ່າຢາຮມອນິກ H_i ແລະ g_i ຈະຕ້ອງສາມາດຮັບຄ່າ A_i ແລະ B_i ເລີຍກ່ອນ ອາກຕ້ອງກາຣຫາຄ່າ Constituent m ຄ່າ ເຮົາຈະມີ ອົງດີປະກອບທີ່ໄມ່ທຽບຄ່າຈຳນວນ $2m+1$ ຄ່າ ດືອນ A_1 ປຶ້ງ A_m B_1 ປຶ້ງ B_m ແລະ Z_0 ຈຶ່ງຕ້ອງໃຊ້ສມການ $2m + 1$ ສມການ ເພື່ອຫາຄ່າທີ່ຕ້ອງກາຣຫາໃຫ້ກ່ອນ ກ່ອນທີ່ຈະທຳຄວາມເຂົ້າໃຈຕ່ອໄປ ລອງມາ ທຳຄວາມເຂົ້າໃຈພື້ນຖານຂອງກາຣວິເຄຣະທີ່ທ່ານ ຖ້າກາຣວິເຄຣະທີ່ທ່ານ ທັງຕົວໄກນມິດເບື້ອງຕັນກ່ອນ



ທີ່ຈະລັດວິນຄລ້າຍວັນສກາປາກການຄຸຖາກຕາສຕ່ຽງ ຄວບອອນ ៨៦ ປີ

ໃນກຣົນີຂອງ $\cos \omega t$ ແລະ $\sin \omega t$ ກຣົຟງປູປແບນ \sin ແລະ \cos ເປັນກຣົຟຟທີ່ມີຄວາມສົມມາດຮ

$$\sum_{t=0}^l \cos \omega t = \sum_{t=0}^l \sin \omega t = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

ໃນກຣົນີທີ່ເມື່ອ $m \neq n$ ທັ້ງສາມກຣົນີຈະມີຜລກາວທ່າກັບຄຸນຍົງ

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l \sin \omega_m t \cos \omega_n t &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l \sin (\omega_m - \omega_n)t + \sum_{t=0}^l \sin (\omega_m + \omega_n)t \right] \\ &= 0 \quad \dots \dots \dots \quad (12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l \cos \omega_m t \cos \omega_n t &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l \cos (\omega_m + \omega_n)t + \sum_{t=0}^l \cos (\omega_m - \omega_n)t \right] \\ &= 0 \quad \dots \dots \dots \quad (13) \end{aligned}$$

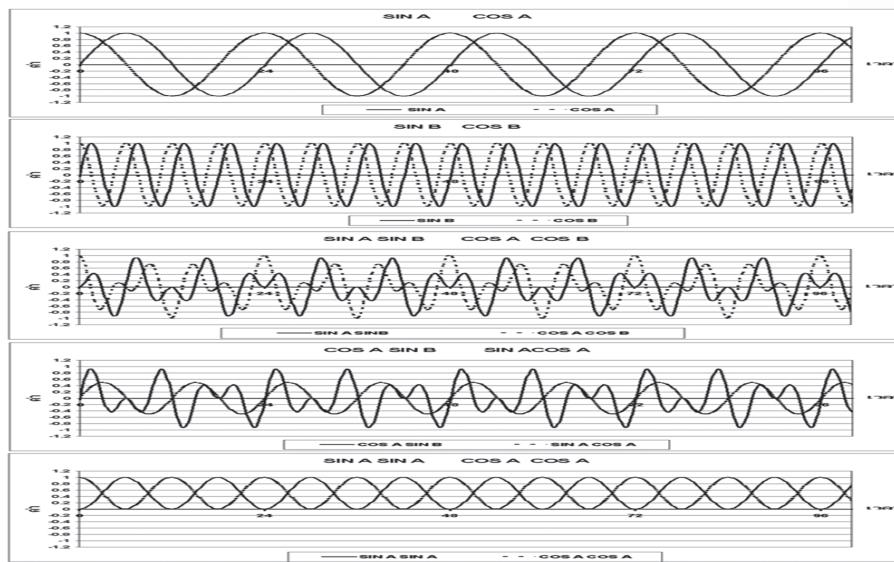
$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l \sin \omega_m t \sin \omega_n t &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l \cos (\omega_m - \omega_n)t + \sum_{t=0}^l \cos (\omega_m + \omega_n)t \right] \\ &= 0 \quad \dots \dots \dots \quad (14) \end{aligned}$$

ໃນກຣົນີທີ່ $m = n$ ທັ້ງສາມກຣົນີຈະມີຜລກາວ ດັ່ງນີ້

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l \sin \omega t \cos \omega t &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l \sin (\omega - \omega)t + \sum_{t=0}^l \sin (\omega + \omega)t \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l 0 + \sum_{t=0}^l \sin(2\omega t) \right] \\ &= 0 \quad \dots \dots \dots \quad (15) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l \cos^2 \omega t &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l \cos (2\omega t) + \sum_{t=0}^l \cos (0)t \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l \cos(2\omega t) + \sum_{t=0}^l 1 \right] \\ &= \frac{1}{2} [0 + \sum_{t=0}^l 1] \\ &= \frac{l+1}{2} \quad \dots \dots \dots \quad (16) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l \sin^2 \omega t &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l \cos (0)t - \sum_{t=0}^l \cos (2\omega t) \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l 1 - \sum_{t=0}^l \cos(2\omega t) \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^l 1 - 0 \right] \\ &= \frac{l+1}{2} \quad \dots \dots \dots \quad (17) \end{aligned}$$



ภาพที่ ๔ - ๒๘ การเปลี่ยนแปลงของ เทอม \sin และ \cos ความเร็ว A ๐๕ องศา/ชั่วโมง และ B ๖๐ องศา/ชั่วโมง
ค่าเฉลี่ยของทุกเทอมเข้าใกล้คูณ $\sqrt{A^2 + B^2}$ ยกเว้นกรณี $\sin^2 A$ และ $\cos^2 A$ เท่ากัน ที่มีค่าเข้าใกล้ 0.5

ดังนั้นเพื่อลดผลกระทบของปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในขันตันอาจใช้ประโยชน์นี้
จากความล้มเหลวนี้ได้จากการที่ (๑๐) เราถือว่า Z_0 มีความเร็วเชิงมุมคูณ $\sqrt{A^2 + B^2}$ ดังนั้นจึงเป็น $\cos \omega t$ หรือ 1
คูณทุกเทอม และรวมค่าต่างๆ ตั้งแต่ $t = 0$ ถึง t จะได้

$$\begin{aligned} H(t) &= Z_0 \cos \omega_0 t \\ &+ A_1 \cos \omega_1 t + A_2 \cos \omega_2 t + \dots + A_i \cos \omega_i t + \dots + A_n \cos \omega_n t \\ &+ B_1 \cos \omega_1 t + B_2 \cos \omega_2 t + \dots + B_i \cos \omega_i t + \dots + B_n \cos \omega_n t \quad (๑๙) \end{aligned}$$

เมื่อต้องการหาค่า Z_0 ที่มีความเร็วเชิงมุม $\cos \omega_0 t$ ดังนั้นจึงเป็น $\cos \omega_0 t$ หรือ 1 คูณทุกเทอม แล้ว
รวมเทอมต่างๆ ตั้งแต่ $t = 0$ ถึง t

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_0 t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \cos^2 \omega_0 t \\ &+ \sum_{t=0}^T A_1 \cos \omega_1 t \cos \omega_0 t + \sum_{t=0}^T A_2 \cos \omega_2 t \cos \omega_0 t + \dots \\ &+ \sum_{t=0}^T A_i \cos \omega_i t \cos \omega_0 t + \dots + \sum_{t=0}^T A_n \cos \omega_n t \cos \omega_0 t \\ &+ \sum_{t=0}^T B_1 \sin \omega_1 t \cos \omega_0 t + \sum_{t=0}^T B_2 \sin \omega_2 t \cos \omega_0 t + \dots \\ &+ \sum_{t=0}^T B_i \sin \omega_i t \cos \omega_0 t + \dots + \sum_{t=0}^T B_n \sin \omega_n t \cos \omega_0 t \quad (๒๐) \end{aligned}$$

จะได้ค่าผลรวมของเทอมต่างๆ เท่ากับคูณ $\sqrt{A^2 + B^2}$ ยกเว้น $\sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_0 t$ ซึ่งจะมีผลรวมเป็นสเกลาร์
และ $\sum_{t=0}^T Z_0 \cos^2 \omega_0 t$ ซึ่งมีผลรวมเท่ากับ $Z_0 \times \frac{T+1}{2}$ ดังนั้น สามารถหาค่า Z_0 ได้เป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_0 t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \cos^2 \omega_0 t \\ Z_0 &= (T+1) \left[\sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_0 t \right] \quad (๒๐) \end{aligned}$$



สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา กระทรวงศึกษาธิการ ๕๖

เมื่อต้องการหาค่า A_1 เราใช้ตัวประกอบตรีโกณมิติที่คู่กันซึ่งในกรณีนี้คือ $\cos \omega_1 t$ คูณเทอมเพื่อให้เทอม

$$\text{อันนี้มีค่าศูนย์} \quad \sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_1 t \quad \text{และ เทอมที่มี } A_1 \text{ ประกอบอยู่}$$

$$\sum_{t=0}^l A_1 \cos^2 \omega_1 t \text{ ซึ่งมีค่า } 2 A_1 / (l+1)$$

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_1 t &= \sum_{t=0}^l Z_0 \cos \omega_0 t \cos \omega_1 t \\ &\quad + \sum_{t=0}^l A_1 \cos^2 \omega_1 t + \sum_{t=0}^l A_2 \cos \omega_2 t \cos \omega_1 t + \dots \\ &\quad + \sum_{t=0}^l A_l \cos \omega_l t + \dots + \sum_{t=0}^l A_n \cos \omega_n t \cos \omega_1 t \\ &\quad + \sum_{t=0}^l B_1 \sin \omega_1 t \cos \omega_1 t + \sum_{t=0}^l B_2 \sin \omega_2 t \cos \omega_1 t + \dots \\ &\quad + \sum_{t=0}^l B_l \sin \omega_l t \cos \omega_1 t + \dots + \sum_{t=0}^l B_n \sin \omega_n t \cos \omega_1 t \quad (\text{๒๑}) \end{aligned}$$

สามารถหาค่า A_1 ได้จากความสัมพันธ์

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_1 t &= \sum_{t=0}^l A_1 \cos^2 \omega_1 t \\ &= \frac{l+1}{2} A_1 \\ A_1 &= 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_1 t \right] / (l+1) \quad (\text{๒๒}) \end{aligned}$$

เมื่อนำ $\cos \omega_2 t$ คูณกับสมการที่ (๑๐) ทุกเทอม จะสามารถหา A_2 ได้ หลังจากนั้น ดำเนินการเช่นเดียวกันกับทุกเทอม จะได้

$$A_2 = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_2 t \right] / (l+1)$$

$$A_3 = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_3 t \right] / (l+1)$$

$$A_i = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_i t \right] / (l+1)$$

$$A_n = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \cos \omega_n t \right] / (l+1)$$

$$B_1 = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \sin \omega_1 t \right] / (l+1)$$

$$B_2 = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \sin \omega_2 t \right] / (l+1)$$

$$B_3 = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \sin \omega_3 t \right] / (l+1)$$

$$B_i = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \sin \omega_i t \right] / (l+1)$$

$$B_n = 2 \left[\sum_{t=0}^l H(t) \sin \omega_n t \right] / (l+1) \quad (\text{๒๓})$$

จากการหาค่า $Z_0 A_1$ ถึง A_n และ B_1 ถึง B_n แต่ละค่าจะคำนวณห้องหมอดแล้วสามารถคำนวณ หาแอมเพิลจูด H_i และ วัฏภาค g_i ของ Constituent i ในเวลาที่เก็บข้อมูลได้ วิธีการนี้ใช้การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ Furrier Analysis นั่นเอง

จากการที่ (๕) และ (๖) เมื่อคำนวณหาค่า Node factor : f_i มุน V_i และ U_i ของ Constituent i จากช่วงเวลาที่ตรวจวัดระดับน้ำจากตำแหน่งทางด้านขวาสามารถคำนวณหา H_{oi} หรือ แอมเพิลจูดเฉลี่ย ของ Constituent และ K_i ซึ่งก็คือ วัฏภาคที่แท้จริงของ Constituent จากสมการที่ (๖) (๗) และ (๘) ซึ่งด้วยวิธีนี้สามารถใช้ได้กับการวิเคราะห์ระดับน้ำหรือกระแสน้ำในการณ์ที่เรามีข้อมูลไม่มากนักได้

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดคือ ระดับน้ำย่อยแต่ละค่าจะเป็นอิสระจากกัน เช่น หากข้อมูลระดับน้ำที่ต้องการวิเคราะห์ได้ผลลัพธ์แอมเพิลจูดและวัฏภาคของชุดระดับน้ำย่อยชุดหนึ่ง เมื่อวิเคราะห์ โดยเพิ่มหรือลดจำนวนระดับน้ำย่อยที่ต้องการแล้ว แอมเพิลจูดและวัฏภาคของชุดระดับน้ำชุดใหม่จะมีค่าเท่ากับระดับน้ำชุดเดิมโดยจะเพิ่มหรือลดระดับน้ำย่อยที่ระดับน้ำชุดเดิมขาดหรือเกินมา ดังนั้นการทำนายน้ำโดยชุดระดับน้ำย่อยโดยวิธีนี้จะให้ผลที่ต่างกันได้มากหากชุดระดับน้ำย่อยที่เลือกวิเคราะห์ ไม่เหมาะสมกับแรงงานนิดไฟด์ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำจริงๆ

๔.๒.๗ การวิเคราะห์ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ในการณ์ที่มีข้อมูลระดับน้ำหรือกระแสน้ำจำนวนมากเพียงพอแล้วต้องใช้หลักการอื่นมาประยุกต์ ใช้ร่วมกับ Furrier Analysis เนื่องจากในความเป็นจริง ผลกระทบของเหตุการณ์ต่างๆ เหล่านี้ จะไม่เท่ากับศูนย์เสียงที่เดียว อันเป็นผลมาจากการสาเหตุหลายประการ อาทิ เช่น ระดับน้ำย่อยไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงในรูป Cosine อย่างสมบูรณ์ ผลกระทบของระดับน้ำย่อยทั้งหมดก็ยังคงไม่สามารถทดแทนระดับน้ำจริงได้สมบูรณ์ และช่วงเวลาการตรวจวัดระดับน้ำไม่ได้เป็นเศษส่วนของความของ Constituent พอดี ดังนั้น เมื่อมีข้อมูลจำนวนมาก เช่น ๑ ปี จะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อให้สามารถเอ้าผลของความไม่สมบูรณ์ไว้ในสมการด้วย โดยที่ขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ เช่นเดียวกับในแบบแรก แต่วิธีนี้จะไม่แทนค่าเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องเท่ากับศูนย์ แต่ติดค่าไว้แล้วจึงแก้สมการหาค่า Z_0 , A_1 ถึง A_n และ B_1 ถึง B_n ในคราวเดียว ซึ่งเป็นวิธีการที่แม่นยำกว่าเนื่องจากแอมเพิลจูดและวัฏภาคที่ได้จากการวิเคราะห์จะซัดเชยระดับน้ำย่อยที่ขาดไปด้วย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_0 t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \cos^2 \omega_0 t + \sum_{t=0}^T A_i \cos \omega_i t \cos \omega_0 t + \sum_{t=0}^T B_i \sin \omega_i t \cos \omega_0 t \\ \sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_1 t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \cos \omega_1 t + \sum_{t=0}^T A_i \cos \omega_i t \cos \omega_1 t + \sum_{t=0}^T B_i \sin \omega_i t \cos \omega_1 t \\ \dots & \\ \sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_i t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \cos \omega_i t + \sum_{t=0}^T A_i \cos \omega_i t \cos \omega_i t + \sum_{t=0}^T B_i \sin \omega_i t \cos \omega_i t \\ \dots & \\ \sum_{t=0}^T H(t) \cos \omega_n t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \cos \omega_n t + \sum_{t=0}^T A_i \cos \omega_i t \cos \omega_n t + \sum_{t=0}^T B_i \sin \omega_i t \cos \omega_n t \\ \sum_{t=0}^T H(t) \sin \omega_1 t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \sin \omega_1 t + \sum_{t=0}^T A_1 \cos \omega_1 t \sin \omega_1 t + \sum_{t=0}^T B_i \sin \omega_i t \sin \omega_1 t \\ \dots & \\ \sum_{t=0}^T H(t) \sin \omega_n t &= \sum_{t=0}^T Z_0 \sin \omega_n t + \sum_{t=0}^T A_i \cos \omega_i t \sin \omega_n t + \sum_{t=0}^T B_i \sin \omega_i t \sin \omega_n t \end{aligned}$$

(๒๔)



๙๐

ระดับน้ำ ในบ้านน้ำไทย

สำนักงานคุณภาพสากล กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวง อุตุฯ

ประจำปี พ.ศ.๒๕๖๔

ในแต่ละสมการ จะประกอบไปด้วย ค่าสเกลาร์ ด้านซ้ายมือ และ สเกลาร์ ซึ่งเป็นผลคูณของค่าทางตรีโกณมิติ และตัวแปรที่ยังไม่ทราบค่า Z_0 , A_1 ถึง A_n และ B_1 ถึง B_n เมื่อแก้สมการรวม $2n+1$ สมการสำหรับ $2n+1$ ตัวแปร ที่ยังไม่ทราบค่า ซึ่งในที่นี้คือ Z_0 , A_1 ถึง A_n และ B_1 ถึง B_n แล้ว เราจะสามารถคำนวณหา H_i และ g_i เช่นเดียวกับวิธี Fourier Analysis จะได้

$$H(t) = Z_0 + H_1 \cos(\omega_1 t - g_1) + H_2 \cos(\omega_2 t - g_2) + \dots + H_n \cos(\omega_n t - g_n) \quad (๑๔)$$

หลังจากนั้นสำหรับแต่ละ Constituent เรายังสามารถคำนวณหา f_i Voi และ Uoi ได้ จึงสามารถหา ค่าระดับน้ำเฉลี่ย H_{oi} และวัฏจักรที่แท้จริง K_i ได้จากการคำนวณพัณฑ์

$$H_{oi} = \frac{H_i}{f_i} \text{ และ } K_i = g_i - Voi - Uoi \quad (๑๕)$$

เมื่อต้องการทำนายระดับน้ำปีใดจะคำนวณหา f ของช่วงเวลาที่จะทำนาย และ $(V_o + U_o)$ ของเวลา ตั้งต้นที่จะทำนายได้ ก็สามารถทำนายระดับน้ำ ณ ช่วงเวลาใดๆ ได้ตามต้องการจากสมการ

$$H(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^N f_i H_{oi} \cos(Voi + Uoi + \omega_i t - K_i) \quad (๑๖)$$

หรือ

$$H(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^N H_i \cos(\omega_i t - g_i) \quad (๑๗)$$

๔.๓ เครื่องจักรทำนายน้ำ

ในการประชุมสภาพภูมิศาสตร์โลกนิยม ครั้งที่ ๕ ณ ราชรัฐโมนาโก ประจำปี พ.ศ.๒๕๔๐ พลเรือตรี หลวง ชลธารพฤฒิ์ไกร เจ้ากรมอุทกศาสตร์ได้พบ ดร.Doodson ผู้ช่วยอธิบดีสภาพ Liverpool Observatory and Tidal Institute ซึ่งเป็นผู้แทน กรมอุทกศาสตร์สหราชอาณาจักร จึงได้หารือกันถึงการซื้อเครื่องจักรทำนายน้ำ เพื่อใช้งาน ทำนายน้ำของไทย โดยในเบื้องต้นได้ประมาณราคาไว้ ๓,๕๐๐ ปอนด์ (ประมาณ ๑๗๓,๐๐๐.- บาท) รวมถึงการส่ง นายทหารไปเรียนหลักการทำนายน้ำ และการใช้เครื่องจักรทำนายน้ำ ๑ นาย เป็นเวลา ๑ ปี แต่ในปีงบประมาณ ๒๕๔๙ กรมอุทกศาสตร์ ได้รับเงินงบประมาณเป็นค่าจัดหาเครื่องมือสำหรับงานของกองต่างๆ จัดหาแผนที่เดินเรือ หนังสือ ตำรา และเครื่องประกอบการพิมพ์ รวมเป็นเงินเพียง ๑๐๐,๐๐๐.- บาท ซึ่งไม่เพียงพอที่จะใช้ในการนี้จึงได้แต่หาข้อมูลและเตรียมการจัดซื้อไว้ก่อน

ต่อมาเมื่อวันที่ ๓ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๔๐ ดร.Doodson ได้ประสานในรายละเอียดแล้วให้คำแนะนำว่า สำหรับ ประเทศไทยควรใช้เครื่องจักรทำนายน้ำชนิดที่ใช้ Constituent ๓๐ ค่า และได้สอบถามผู้ผลิต จำนวน ๓ บริษัท คือ บริษัท A.Le'ge' & Co. กรุงลอนדון บริษัท Kelvin เมืองกลาสโกว์ และบริษัท Chadburn เมือง ลิเวอร์พูล

ຊື່ທຸກບໍລິຫານສາມາດສ້າງເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳ ຕາມທີ່ ດຣ.Doodson ອອກແບບໄດ້ຊື່ ດຣ.Doodson ມີຂ້ອຍດີເຫັນວ່າ ເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳຂອງບໍລິຫານ A.Le'ge' & Co. ຄຸນກາພົດີກ່າວແລະທ່ານທານກ່າວແມ່ວ່າຈະແພັກ່າວແຕ່ວ່າໃນຮະຍາວແລ້ວຄຸມຄ່າກ່າວ່າ ໂດຍປະມານວ່າເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳຊື່ຄ່າ Constituent ຕອ ດ່າ ຈະມີມາຄາ ໤,៥០០ ປອນດ໌ ດ້າສ້າງໂດຍບໍລິຫານ Kelvin ແລະ ៥,៥០០ ປອນດ໌ ດ້າສ້າງໂດຍບໍລິຫານ A.Le'ge' & Co. ແລະຈະຕ້ອງເລີຍຄ່າອອກແບບແລະ ຄ່າໃຊ້ຈ່າຍໃນການທົດສອບເຄື່ອງໂດຍ Liverpool Observatory and Tidal Institute ໃນອັຕຣາ ១០ % ຂອງຮາຄາລືນດ້າ ທີ່ ຢ່ອງ ຕອນ ປອນດ໌ ຮວມເປັນເງິນທັງສິ້ນ ៥,៥០០ ປອນດ໌ ແລະຜູ້ສ້າງແຈ້ງວ່າຕ້ອງຂອໆເພີ່ມຄ່າຜູ້ອອກແບບແລະຄວບຄຸມການສ້າງພວມຮະບຸວ່າຕ້ອງຮົມການເພີ່ມຮາຄາຕາມກູ້ໝາຍເພີ່ມອັຕຣາຄ່າລົງຂອງແລະຄ່າຈ້າງແຮງງານຂອງອັກຖຸດ້ວຍ ແຕ່ທັງນີ້ ຕ້ອງໄໝເກີນ ១០ % ຂອງຮາຄາທີ່ເຊັນລ້ັ້ນຢູ່ ແຕ່ທ່າກຝ່າຍໄທຢອນຢູ້າຕີໃຫ້ແສດງໃນການ Festival of Britain Exhibition ៩៥១ ບໍລິຫານຈະລດຮາຄາໃຫ້ເໜືອ ຕ.៥០០ ປອນດ໌ ແລະທີ່ມານອອກແບບແລະທົດສອບເຄື່ອງມືຈະລດຮາຄາໃນລ່ວນຂອງຕົນເໜືອ ຕ.៥០០ ປອນດ໌ ຮວມເປັນເງິນ ៥,៥០០ ປອນດ໌ ແລະນວກກັບການປັບປຸງແປ່ງຮາຄາຄ່າແຮງງານແລະວັສດຸ ແຕ່ຈະໄໝເກີນ ១០% ຂອງຮາຄາທີ່ຕົກລົງກັນ ກອງທັພເວົ້ວໄດ້ນົມອົບທ່ານຍິເທີ ນາວາເອກ ໄສວ ຄຣີຜົດງ ທູດທທາຮເຮືອປະຈຳກຸງລອນດອນເປັນຜູ້ລົງນາມໃນລ້ັ້ນຢູ່ ນາວາເອກ ໄສວ ຄຣີຜົດງ ແຈ້ງວ່າໄດ້ລົງນາມໃນລ້ັ້ນຢູ່ກັນນາຍ E.M.Jepson ຜູ້ແທນບໍລິຫານ A.Le'ge' & Co. ເມື່ອວັນທີ ២៥ ພຸດັກພຸດັກ ພ.ສ.៥៥៣ ໂດຍເຄື່ອງຈັກຈະສ້າງແລ້ວເສົ້າໃນ ១៧ ເດືອນ ແລະ ຝ່າຍໄທຢອນຢູ້າຕີໃຫ້ນໍາເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳອອກແສດງໃນການ Festival of Britain Exhibition ៩៥១ ໄດ້

ຕາມລ້ັ້ນຢູ່ ດັ່ງກ່າວໄດ້ຕົກລົງກັນວ່າຝ່າຍໄທຈະຈໍາຮະເງິນ ៥៥ % ລັ້ງຈາກການສັ່ງຊື້ອ ຈ່າຍເພີ່ມອືກ ៥៥ % ເມື່ອ ພ່ານການຕຽບສອບໂດຍ Liverpool Observatory and Tidal Institute ແລະໃນວັນທີ ២៥ ມິຖຸນາ ພ.ສ.៥៥៣ ນາວາເອກ ໄສວ ຄຣີຜົດງ ຈາກ The Royal Siamese Embassy, ៦៣ Ashburn Place London, S.W.၅. ແຈ້ງເພີ່ມເຕີມວ່າໄດ້ລົງນາມໃນລ້ັ້ນຢູ່ກັນນາຍ ດຣ. Doodson ແລ້ວເມື່ອວັນທີ ៣០ ມີຖຸນາ ພ.ສ.៥៥៣ ໄດ້

ກຣມອຸທຸກຄາສຕ່ຽງໄດ້ເສັນອີເວີ້ນ ນາວາເອກ ສນິທ ມາທັກ ທ້າວໜ້າກອງສຸມຫວຽດຄາສຕ່ຽງ ໄປດູກການສ້າງແລະເຮືອນວິທີໃຊ້ເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳທີ່ເມື່ອງ Liverpool ເປັນເວລາປະມານ ៦ ເດືອນ ຊຶ່ງກາຍຫຼັງໄດ້ຮັບແຈ້ງຈາກການເລົກສອນກະຮຸມນຕີ ໃນວັນທີ ៨ ກັນຍາ ພ.ສ.៥៥៣ ວ່າກະຮຸມນຕີ ລົມຕິເມື່ອວັນທີ ៦ ກັນຍາ ພ.ສ.៥៥៣ ໄກ້ຄວາມເຫັນຂອບໂດຍໃຫ້ອອກເດີນທາງໃນວັນທີ ២៥ ກັນຍາ ພ.ສ.៥៥៣ ໂດຍສາຍການບິນ K.L.M.

ລັ້ງຈາກບໍລິຫານ A.Le'ge' & Co. ໄດ້ສ້າງເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳເສົ້າຈົກກົດຮອບ ១៧ ເດືອນ ຕາມລ້ັ້ນຢູ່ ທີ່ມານຈາກ Liverpool Observatory and Tidal Institute ໄດ້ທົດສອບການທຳນາຍແລະຜົກການທຳນາຍນ້ຳອ່າງລະເອີດແລ້ວ ດຣ.Doodson ລົງນາມຮັບຮອງໃນ Certificate of Examination ເມື່ອວັນທີ ២៥ ພຸດັກພຸດັກ ພ.ສ.៥៥៤

ນາວາເອກ ສນິທ ມາທັກ ໄດ້ຂອຈັດຊື້ອຸປະກຳນີ້ເພື່ອເປັນອະໄຫລ ຊຶ່ງບໍລິຫານ ໄດ້ມີໜັງສື້ອ ເມື່ອວັນທີ ១៧ ອັນວາ ພ.ສ.៥៥៥ ແຈ້ງກັບທູດທທາຮເຮືອໄທຍ່ວ່າມີມູລຄ່າ ៥៥ ປອນດ໌ ១ ຂີລົງ ៥ ເພື່ນນີ້ ແລະເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳມີມາຄາສູງ ຂັ້ນອືກ ៥៥០ ປອນດ໌ ຊຶ່ງເປັນການເພີ່ມຮາຄາຕາມກູ້ໝາຍເພີ່ມອັຕຣາຄ່າລົງຂອງແລະຄ່າຈ້າງແຮງງານຂອງອັກຖຸ ການຂັ້ນທາງເຮືອຈະດຳເນີນການໂດຍເຮືອ S.S.Benalbanach ເດີນທາງມາຈົດສັງທີ່ເກາະລື້ອງ ນາວາເອກ ສນິທ ມາທັກ ເປັນຜູ້ແທນກຣມອຸທຸກຄາສຕ່ຽງ ໄປຮັບເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳຈາກທ່າເຮືອກຸງເທິພ ມາດັ່ງໄວ້ທີ່ທ່ອງເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳ (ທ້ອງໄຟໂຮມວິທີເຄື່ອງມືອີເວີ້ນເຮືອ) ໂດຍຕ້ອງເລີຍການ ៥៥ % ເນື່ອຈາກມີໄດ້ຕົກລົງກັບກະທຽວການຄັ້ງ ກ່ອນຈະລົງມືອຈັດຊື້ອ

ປີ ພ.ສ.៥៥៥ ເມື່ອກຣມອຸທຸກຄາສຕ່ຽງ ໄດ້ຮັບເຄື່ອງຈັກທໍານາຍນ້ຳແລ້ວ ຈຶ່ງໄດ້ເຮີມທົດລອງທຳນາຍນ້ຳເພື່ອຝຶກແລະ ຕຽບສອບຄວາມແມ່ນຢໍາໃນການທຳນາຍນ້ຳ ກ່ອນທີ່ຈະໄດ້ເຮີມໃຊ້ການທຳນາຍນ້ຳໂດຍໃຊ້ Harmonics Constituents ៥៥ ຄ່າໃນການຈັດທ່ານ້ຳລື່ອມາຕຽນນ້ຳໃນປີ ພ.ສ.៥៥៥ ເພື່ອອອກຈຳໜ່າຍແກ່ໜ້າເຮົາເວົ້ວໄປ



๔.๔ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการคำนวณระดับน้ำ

ต่อมากล่าวเครื่องคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ประเทศต่างๆ จึงเปลี่ยนไปใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์และทำนายน้ำแท่นเครื่องจักรทำนายน้ำ เนื่องจากใช้เวลาคำนวณวิเคราะห์และทำนายน้ำได้รวดเร็วกว่ากันมาก ดังนั้นในปี พ.ศ.๒๕๑๕ นราธรรม เจริญลักษณ์ หัวหน้าแผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ จึงได้ร่วมมือกับศูนย์กรรมวิธีข้อมูล สำนักงานปลัดบัญชีทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด พัฒนาการทำนายน้ำ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ไอ บี อี็ม ทำนายน้ำเป็นผลสำเร็จ โดยแผนกระดับน้ำ กองสมุทรศาสตร์ ยังคงต้องวิเคราะห์แบบhaarmonik จากข้อมูลระดับน้ำจริง ๒๙ วัน จากสถานีวัดระดับน้ำชั่วคราว และข้อมูลระดับน้ำจริง ๑ ปี จากสถานีวัดระดับน้ำถาวร เป็นระดับน้ำอยู่ ๓๐ ค่า เช่นเดียวกับที่ทำนายน้ำด้วยเครื่องจักรทำนายน้ำ และตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๒๐ เป็นต้นมา ได้เปลี่ยนสถานที่ทำนายน้ำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของสำนักงานปลัดบัญชีทหารเรือแท่น

เมื่อกรมอุทกศาสตร์เข้าร่วมโครงการ Regional Ocean Dynamic จึงได้ใช้ชุดโปรแกรมทำนายน้ำของมหาวิทยาลัย Flinder ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งสามารถวิเคราะห์แบบhaarmonik จากข้อมูลระดับน้ำ ๑ ปี เป็นระดับน้ำอยู่ ๑๗ ค่าตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๒๖ เป็นต้นมา ซึ่งกรมอุทกศาสตร์ยังคงใช้ทำนายน้ำในปัจจุบัน

๔.๕ ความคลาดเคลื่อนของการทำนายน้ำ

การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในวงกว้างจะมีลักษณะต่างๆ กัน โดยส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงทางธรรคาศาสตร์ เช่น ตำแหน่งของดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ บางส่วนมีความสัมพันธ์โดยอ้อม เช่น ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ส่งผลต่อปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา แล้วส่งผ่านมายังมหาสมุทร และบางส่วนเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทาง Tectonic หรือการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก

ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำให้ระดับน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างมากคือ การเปลี่ยนของทิศทางและความเร็วลมซึ่งสามารถส่งผลต่อระดับน้ำ จากแรงเสียดทานระหว่างลมกับผิวน้ำ แรงจากลมร่วมกับแรงคอร์โอลิสทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สำคัญทางสมุทรศาสตร์จำนวนมากและมีผลอย่างสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตามฤดูกาลในเขตมรสุม การเปลี่ยนแปลงความกดอากาศทุกๆ หนึ่งมิลลิบาร์ จะทำให้ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้ามหนึ่งเซนติเมตร ระดับน้ำที่เกิดจากเหตุนี้จะมีความต่างจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล หรือหนึ่งปีพอดี ดังนั้นเราจึงแยกผลของการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศออกจากราช-Annual (Sa) ได้ลำบาก

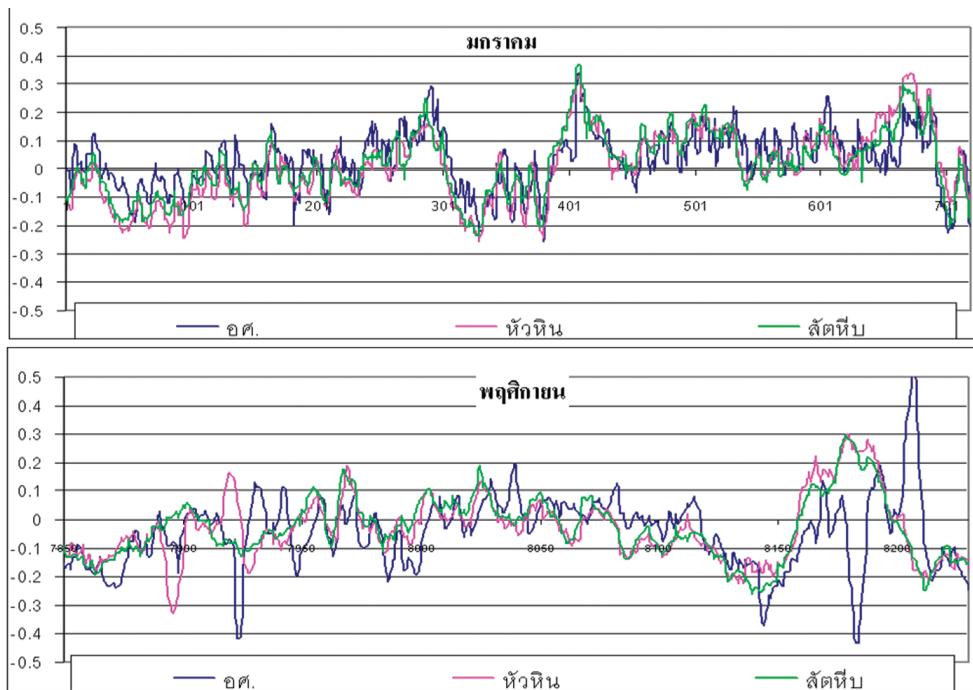
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความเค็มของน้ำทะเล ส่งผลให้ความหนาแน่นของน้ำเปลี่ยนไป ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีต่อระดับน้ำโดยตรงอีกประการหนึ่งคือ ทำให้ปริมาตรของน้ำทะเลเปลี่ยนไป ทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น และต่ำลงเมื่ออุณหภูมิลดลง ด้วยการเปลี่ยนแปลงนี้มักจะสัมพันธ์กับฤดูกาลเช่นกัน

การเคลื่อนตัวของกระแสน้ำสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำได้เช่นกัน จากผลของการพัฒนาจลน์ของมวลน้ำ ในกรณีของกระแสน้ำอุ่น กุโรชิโอะ ทำให้ระดับน้ำที่เกาะประเทศไทยสูงขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงได้ถึงระดับ ๑๐ เซนติเมตร

การทำนายน้ำโดยวิธีhaarmonik เป็นการทำนายน้ำในสภาพอากาศปกติ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่เกิดขึ้นจริงจะได้รับอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ด้วย ในลักษณะที่ไม่สามารถคาดหมายล่วงหน้าได้เป็นระยะเวลานาน การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงจากระดับเฉลี่ย เช่น การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากความกดอากาศสูงหรือต่ำกว่าปกติ (สูงหรือต่ำกว่าระดับเฉลี่ยรายเดือน) การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากการพัดของลม การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำที่ตกลงมาเป็นบริเวณกว้างครอบคลุมพื้นที่หลายตารางกิโลเมตร แต่ให้ลงสู่แม่น้ำซึ่งมีความกว้างไม่กี่ร้อยเมตรเท่านั้น สำหรับ

การเปลี่ยนแปลงตามที่กล่าวมานี้ ไม่สามารถทำนายอย่างแม่นยำโดยการวิเคราะห์แบบชาร์มอนิก ซึ่งคำนวณการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำจากตำแหน่งของเทหวยัตถุหากพ้าที่เกี่ยวข้องกับแรงทางดราศาสตร์เพียงปัจจัยเดียว

การทำนายระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นกรณีตัวอย่างที่ดี เนื่องจากมีข้อมูลเป็นระยะเวลากว่านานและมีผลกระทบหนึ่งจากปัจจัยทางดราศาสตร์หลายประเพณ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำในแม่น้ำมาก หรือน้อยกว่าปกติ ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันทั้งยังไม่สามารถทำนายล่วงหน้าเป็นระยะเวลานานๆ ได้อย่างไรก็ตามหากการไหลของน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ เป็นไปตามธรรมชาติ ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำดังกล่าวจะแสดงผลในระดับน้ำอย่างมีความยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก Solar Annual (Sa) ซึ่งมีความ ๑ ปี และ Solar Semi-annual (Ssa) ที่มีความ ๖ เดือน



ภาพที่ ๔ - ๒๙ แสดงถึงระดับน้ำที่ไม่เกี่ยวกับ因地ของสถานีวัดระดับน้ำห้ากองบัญชาการกองทัพเรือ สถานีวัดระดับน้ำหัวหิน และสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ เดือนมกราคม ซึ่งลักษณะอากาศมีการเปลี่ยนแปลงรุนแรงน้อยกว่าเดือนพฤษภาคม

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแม่น้ำที่ยากจะทำนายที่สุดและสามารถส่งผลกระทบกับระดับน้ำเป็นอย่างมากในปัจจุบันคือ การกระทำของมนุษย์ ซึ่งไม่อาจพยากรณ์ได้ เช่น นโยบายการกักเก็บน้ำและการระบายน้ำจากเชื่อต่างๆ ปริมาณการสูบน้ำจากพื้นที่ท่วมขังลงสู่แม่น้ำขณะฝนตกหรือหลังจากฝนตก เป็นต้น นอกจากนั้นข้อจำกัดของการทำนายน้ำและลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแม่น้ำ เนื่องจากการใช้ชุดข้อมูลระดับน้ำอย่างจากข้อมูลระดับน้ำในสภาวะของน้ำที่แตกต่างกัน การทำนายน้ำจากข้อมูลที่ต่างเวลา กัน และการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูดและวัฏจักร ของระดับน้ำอย่างตามเวลา และสถานการณ์ต่างๆ ในที่นี้จะเปรียบเทียบแอมพลิจูดและวัฏจักรของระดับน้ำอย่างที่สำคัญ ระหว่างปีที่มีน้ำมากกับปีที่มีน้ำน้อย และระดับน้ำในแม่น้ำกับระดับน้ำใกล้ทะเล

ในการทำนายน้ำแบบชาร์มอนิก ซึ่งมีสมมุติฐานเบื้องต้นสองประการ คือ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำรวมสามารถแยกเป็นระดับน้ำอย่าง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบง่ายๆ (กราฟรูป Cosine) จำนวนมาก และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอย่างเหล่านี้ไม่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันของระดับน้ำอย่างที่จะใช้เป็นตัวอย่างคือ Sa K1 O1 M2 และ S2



สำนักวิเคราะห์และประเมินผลสถานีวัดระดับน้ำ ประจำปี พ.ศ.๒๕๖๓

Sa (Solar Annual) เป็น Constituent จากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ และมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ๑ ครั้งต่อปี (มีค่า ๑ ปี)

K1 (Luni-solar Diurnal) เป็น Constituent จากอิทธิพลของดวงจันทร์ ร่วมกับดวงอาทิตย์ และมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ๑ ครั้งต่อวัน (มีค่า ๒๓.๙๗ ชั่วโมง)

O1 (Principal Lunar Diurnal) เป็น Constituent จากอิทธิพลของดวงจันทร์และมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ๑ ครั้งต่อวัน (มีค่า ๒๕.๔๔ ชั่วโมง)

M2 (Principal Lunar Semi-diurnal) เป็น Constituent จากอิทธิพลของดวงจันทร์ และมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ๒ ครั้งต่อวัน (มีค่า ๑๒.๔๔ ชั่วโมง)

S2 (Principal Solar Semi-diurnal) เป็น Constituent จากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ และมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ๒ ครั้ง ต่อวัน (มีค่า ๑๒.๐๐ ชั่วโมง)

๔.๕.๑ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา

จากการวิเคราะห์แบบข้อมูลอนุจากสถานีวัดระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาจำนวน ๓ สถานี คือ ป้อมพระจุลจอมเกล้า ท่าเรือกรุงเทพ และหนากองบัญชาการกองทัพเรือ ในปีที่มีน้ำมาก (พ.ศ.๒๕๗๔) และปีที่มีน้ำน้อย (พ.ศ.๒๕๔๐) จะสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำดังนี้ (ตารางที่ ๔ - ๑)

ก. การเปลี่ยนแปลงแอมเพลจูดของระดับน้ำอยู่ที่ชัดเจนคือ Sa ณ สถานีวัดระดับน้ำท่าเรือกรุงเทพ และหนากองบัญชาการกองทัพเรือ ซึ่งในปีที่มีน้ำมากแอมเพลจูด Sa จะสูงกว่าปีที่มีน้ำน้อยมาก ขณะที่การเปลี่ยนแปลงแอมเพลจูดของ K1 O1 M2 และ S2 มีค่าไม่แตกต่างกันมากนักไม่ว่าจะเป็นปีที่มีน้ำมากหรือน้ำน้อย รวมทั้งไม่ว่าตำแหน่งที่นั้นจะอยู่ลึกเข้ามาในแม่น้ำหรืออยู่ใกล้ท่าเรือ

สถานี	ระดับน้ำอยู่	พ.ศ.๒๕๗๔		พ.ศ.๒๕๔๐	
		แอมเพลจูด (เมตร)	วัฏภาค (องศา)	แอมเพลจูด (เมตร)	วัฏภาค (องศา)
ป้อมพระจุลฯ (ปากแม่น้ำเจ้าพระยา)	Sa	๐.๑๔๘	๐	๐.๑๗	๑๔
	K1	๐.๖๖๔	๐	๐.๖๔๘	-๑
	O1	๐.๔๒	๐	๐.๔๐	-๓
	M2	๐.๔๔๔	๐	๐.๔๗๔	-๓
	S2	๐.๒๔๔	๐	๐.๒๔	๐
ท่าเรือกรุงเทพ ๓๓.๕ กิโลเมตร จากป้อมพระจุลฯ	Sa	๐.๓๐๔	-๔๔	๐.๒๖๗	-๔
	K1	๐.๔๔๖	๑๓	๐.๔๕๔	๑๙
	O1	๐.๓๔๔	๑๙	๐.๓๖๗	๑๔
	M2	๐.๔๔	๒๔	๐.๔๔๔	๒๒
	S2	๐.๒๕๒	๒๔	๐.๒๔	๒๔
หนากองบัญชาการกองทัพเรือ ๑๖.๕ กิโลเมตร จากท่าเรือกรุงเทพ และ ๕๐ กิโลเมตร จากป้อมพระจุลฯ	Sa	๐.๖๒๙	-๖๘	๐.๒๕๔	-๔๔
	K1	๐.๓๙๑	๓๐	๐.๓๖๗	๒๙
	O1	๐.๒๗๗	๒๗	๐.๒๕๖	๒๗
	M2	๐.๓๒	๔๖	๐.๓๔๔	๔๔
	S2	๐.๑๖๔	๔๐	๐.๑๕๗	๔๗

ตารางที่ ๔ - ๑ แอมเพลจูดและวัฏภาคที่สถานีวัดระดับน้ำต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ ป้อมพระจุลจอมเกล้า เมื่อปี พ.ศ.๒๕๗๔

จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างสถานีแล้วจะเห็นได้ว่า Sa จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากปากแม่น้ำสู่ต้นน้ำโดยมีค่าน้อยที่สุด ณ ป้อมพระจุลจอมเกล้า และมากที่สุด ณ หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ ในขณะที่ แอมพลิจูด ของ K1 O1 M2 และ S2 จะมีค่าลดลงจากปากแม่น้ำสู่ต้นน้ำโดยมีค่าน้อยที่สุดที่ หน้ากองบัญชาการ กองทัพเรือ และจะมากที่สุด ณ ป้อมพระจุลจอมเกล้า ซึ่งเป็นลักษณะตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลงของ Sa

การเปลี่ยนแปลงของ Sa ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทาง อุตุนิยมวิทยา มากกว่าปัจจัยทาง ตารางศาสตร์ใน กรณีของป้อมพระจุลจอมเกล้า การเปลี่ยนแปลงของ Sa ระหว่างปีที่มีน้ำมาก (พ.ศ.๒๕๓๔) กับปีที่มีน้ำน้อย (พ.ศ.๒๕๔๐) จะมีลักษณะใกล้เคียงกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในทะเล โดยการเปลี่ยนแปลงจะมีไม่มากนัก คือ น้อยกว่าร้อยละ ๑๕ ขณะที่ Sa ระหว่างปีที่มีน้ำมาก (พ.ศ.๒๕๓๔) กับปีที่มีน้ำน้อย (พ.ศ.๒๕๔๐) ที่ทำเรือกรุ่งเทพ มีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ ๑๙ และหน้ากองบัญชาการกองทัพเรือเปลี่ยนแปลงร้อยละ ๑๔ การเปลี่ยนแปลง แอมพลิจูดของ K1 O1 M2 และ S2 จะตอบสนองต่อปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาน้อยกว่ามาก แต่การเปลี่ยนแปลง แอมพลิจูดระหว่างสถานี มีสาเหตุจากการสูญเสียพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่นจากแรงเสียดทาน(Friction) และ การผสมกันของมวลน้ำ (Mixing) เป็นต้น

ข. การเปลี่ยนแปลงวัฏภาชนะของ K1 O1 M2 และ S2 ได้รับผลจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาน้อย แต่จะมี การเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนระหว่างค่าวัฏภาชนะที่สถานีวัดระดับน้ำป้อมพระจุลจอมเกล้า และสถานีวัดระดับน้ำ หน้า กองบัญชาการกองทัพเรือ โดยในปี พ.ศ.๒๕๓๔ มีค่าวัฏภาชนะต่างกัน 30° 27° 29° และ 25° ตามลำดับ สามารถ คิดเป็นผลต่างเวลาได้ 0.55 ชั่วโมง 0.55 ชั่วโมง 0.55 ชั่วโมง และ 0.67 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่า ระดับน้ำขึ้นสูงสุด ที่หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ จะเกิดขึ้นหลังป้อมพระจุลจอมเกล้า ระหว่าง 0.55 ชั่วโมง ถึง 0.55 ชั่วโมง (เมื่อพิจารณาจากระดับน้ำย่อยเพียง ๔ ค่าเท่านั้น) เมื่อคิดระยะเวลาทางระหว่างป้อมพระจุลจอมเกล้า ถึง หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ ซึ่งมีระยะ 40 กิโลเมตรแล้ว คลื่นระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในย่านนี้จะเดินทาง ด้วยความเร็ว 45.6 - 30.4 กิโลเมตร/ชั่วโมงนั่นเอง วัฏภาชนะของระดับน้ำย่อยบ่งชี้ว่าระดับน้ำเป็นผลมาจากการ เคลื่อนตัวแบบคลื่น ซึ่งเคลื่อนจากทะเลเข้ามาสู่แม่น้ำด้วยความเร็ว ซึ่งกำหนดโดยความลึกของน้ำในแม่น้ำสาย นั้นๆ นั่นเอง แม้ว่ากระแสน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา มีความเร็วเพียง 2 - 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง และมีการเปลี่ยนแปลง ทิศทางตามวงรอบการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ แต่เวลาขึ้นเต็มที่ที่ป้อมพระจุลจอมเกล้าและที่หน้ากองบัญชาการ กองทัพเรือ ต่างกันไม่ถึง 2 ชั่วโมง ทั้งที่ระยะห่างกันมากกว่า 40 กิโลเมตร (วัดตามแนวแม่น้ำ) ซึ่งควรจะใช้เวลา 17.5 ชั่วโมง ถึง 25 ชั่วโมง

ค. ความคลาดเคลื่อนของการทำนายระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาจากข้อมูลระดับน้ำต่างปี โดยทั่วไปการ วิเคราะห์แบบยาร์มอนิกจากข้อมูลระดับน้ำต่างช่วงเวลา กัน จะให้ผลที่แตกต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปีที่มีความ เปลี่ยนแปลงของลักษณะอากาศสูง ระดับน้ำย่อยที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือระดับน้ำย่อยที่มีความยาว ซึ่งมี ความล้มพังธิกับดวงอาทิตย์ สำหรับระดับน้ำย่อยที่มีความเร็วสูง (ควบลั่น) จะได้รับผลกระทบน้อยกว่า ดังนั้นการ ทำนายน้ำโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำต่างปีกัน จะให้ผลต่างกันเช่นกัน

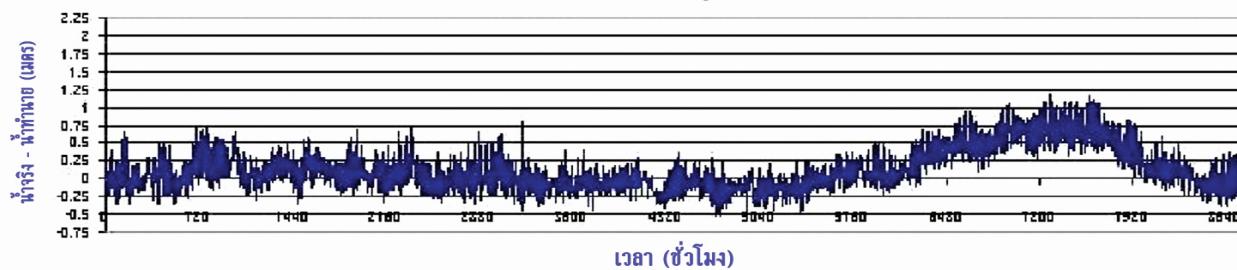
ดังที่กล่าวมาแล้ว การเปลี่ยนแปลงของค่า Sa ในแม่น้ำมีสูงมากทั้งแอมพลิจูดและวัฏภาชนะ ดังนั้นการ ทำนายน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาโดยใช้ระดับน้ำย่อยปีต่างๆ กัน จะให้ค่าน้ำทำนายที่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 4 - 30 แสดงถึงผลการทำนายน้ำในปี พ.ศ.๒๕๓๔ โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำในปี พ.ศ.๒๔๔๔, พ.ศ.๒๕๓๔, พ.ศ.๒๕๓๘ และ พ.ศ.๒๕๔๐ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำนาย จะเห็นว่าถ้าใช้ข้อมูลระดับน้ำ ปี พ.ศ.๒๔๔๔ แล้วผลต่างระหว่างระดับ น้ำจริงกับน้ำทำนายจะอยู่ระหว่าง -0.50 เมตร ถึง $+0.75$ เมตร และ สูงถึง $+0.2$ เมตร ในฤดูน้ำท巴拉ก (น้ำ ทำนายต่ำกว่าน้ำจริงในปี พ.ศ.๒๕๓๔ 0.2 เมตร) ในขณะที่ถ้าใช้ข้อมูลระดับน้ำ ปี พ.ศ.๒๕๓๔ ทำนายน้ำในปี



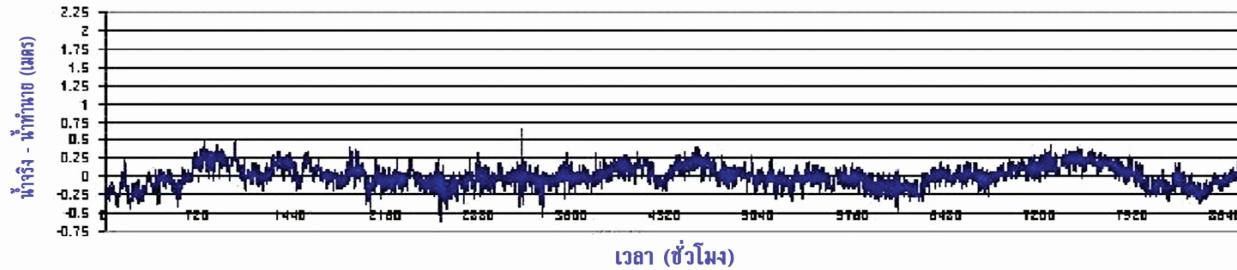
สำนักงานคุณภาพสถาบันการอุดมศึกษา ครบรอบ ๕๖ ปี

เดียวกันจะมีอัตราผิด -0.50 เมตร ถึง +0.50 เมตรตลอดปี ถ้าใช้ข้อมูลระดับน้ำ พ.ศ.๒๕๓๘ ซึ่งเป็นปีที่มีน้ำมาก อีกปีหนึ่งแต่น้อยกว่าปี พ.ศ.๒๕๓๔ จะมีอัตราผิด -0.๗๕ เมตร ถึง +0.๕๐ เมตร ในภาวะปกติ และ +0.๗๐ เมตร ในฤดูน้ำ高涨 (กันยายน - ตุลาคม) แต่เมื่อใช้ข้อมูลน้ำจริง ปี พ.ศ.๒๕๔๐ ซึ่งเป็นปีน้ำน้อยมาทำนายแล้วในภาวะปกติจะมีผลต่าง ระหว่าง -0.๗๐ เมตร ถึง +0.๓๐ เมตร และสูงกว่า +๒ เมตร ในฤดูน้ำ高涨 ดังนั้น ผลต่างระหว่างระดับน้ำจริงกับระดับน้ำทำนาย ของการทำนายระดับน้ำในแม่น้ำในฤดูน้ำน้อย (ฤดูแล้ง) และฤดูน้ำ高涨 (ฤดูฝน) แตกต่างกันมาก ผู้ทำนายจะต้องยอมรับผลอย่างหนึ่งคือ หากเลือกระดับน้ำย่ออยู่ในปีน้ำมากแล้ว น้ำทำนายจะสูงกว่าน้ำจริงมากในฤดูน้ำ高涨 หรือหากเลือกระดับน้ำย่ออยู่ปีน้ำน้อยแล้ว น้ำทำนายจะต่ำกว่าน้ำจริงมากในฤดูน้ำ高涨 โดยมีระดับมากกว่า ๒ เมตร ในกรณีที่ใช้ข้อมูลน้ำจริงปี พ.ศ.๒๕๔๐ ทำนายน้ำปี พ.ศ.๒๕๓๘ และจากตารางที่ ๔ - ๒ แอมเพลจูดของ Sa ต่างกันมาก (๒๕.๔ เซนติเมตร ใน พ.ศ.๒๕๔๐ เทียบกับ ๖๒.๙ เซนติเมตร ใน พ.ศ.๒๕๓๘) ซึ่งจะต่างจากการทำนายน้ำในบริเวณใกล้ทะเลเปิด (ป้อมพระจุลจอมเกล้า) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงค่าแอมเพลจูดของ Sa น้อยกว่ามาก

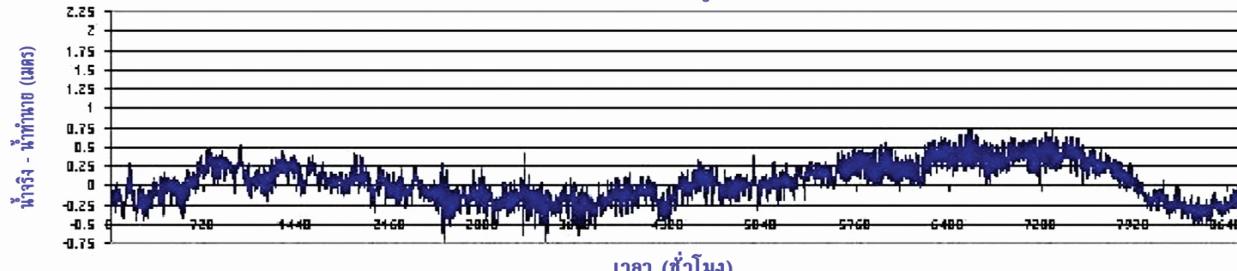
ผลค่าจากการใช้ข้อมูล พ.ศ.๒๕๔๘



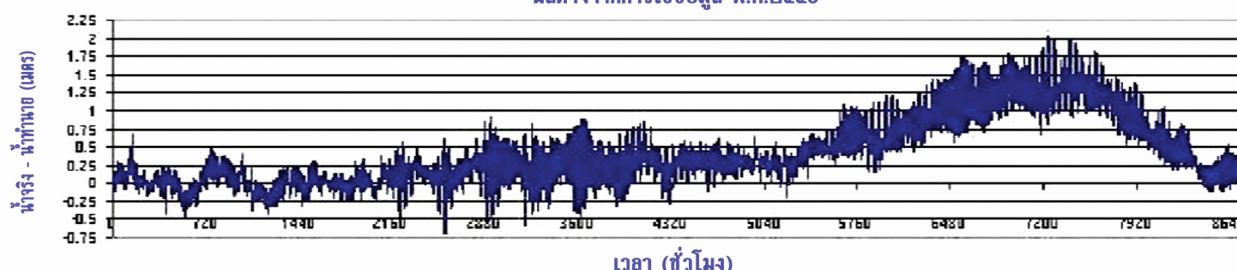
ผลค่าจากการใช้ข้อมูล พ.ศ.๒๕๓๘



ผลค่าจากการใช้ข้อมูล พ.ศ.๒๕๓๘



ผลค่าจากการใช้ข้อมูล พ.ศ.๒๕๔๐

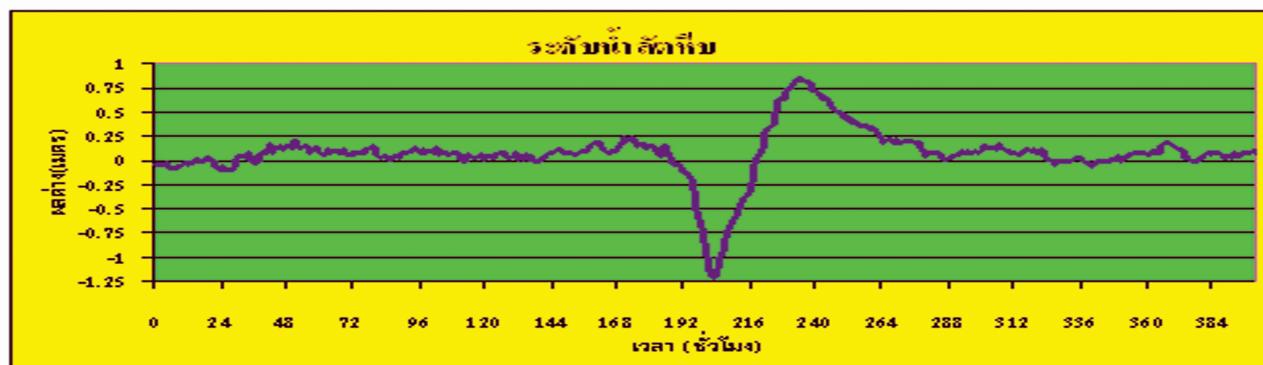
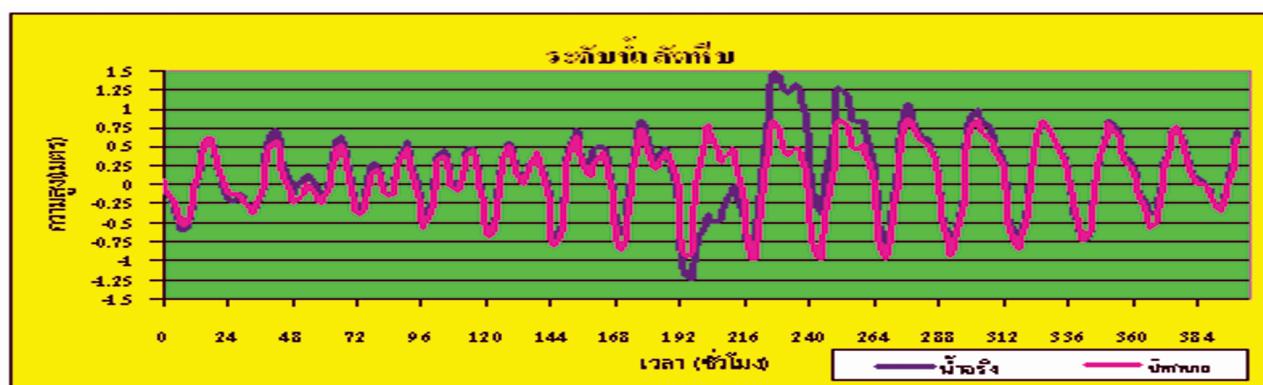


ผลค่าจากการใช้ข้อมูล พ.ศ.๒๕๔๐

ภาพที่ ๔ - ๓๐ ผลการทำนายน้ำในปี พ.ศ.๒๕๓๘ โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำของปี พ.ศ.๒๕๔๘, พ.ศ.๒๕๓๘, พ.ศ.๒๕๓๘, พ.ศ.๒๕๓๘ และ พ.ศ.๒๕๔๐

๔.๕.๒ ความคลาดเคลื่อนของการทำนายน้ำจากอิทธิพลของพายุ

การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำจากพายุเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเบี่ยงเบนจากระดับน้ำทำนายแบบชาร์มอนิก เช่น การเกิดพายุลินดา (Linda) ในวันที่ ๕ พฤศจิกายน พ.ศ.๒๕๕๐ ภาพที่ ๔ - ๓๑ แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำจากระดับน้ำปกติโดยการกรองระดับน้ำจากไทร์ออกจากระดับน้ำที่วัดได้จริงระหว่างก่อนและหลังเวลาพายุลินดาเข้าพื้นที่อ่าวสัตหีบประมาณ ๑ ลัปดาห์ สามารถเห็นได้ชัดเจนว่าระดับน้ำที่ตรวจวัดได้จริงมีค่าใกล้เคียงกับระดับน้ำทำนาย โดยแตกต่างจากระดับน้ำทำนายประมาณ ๐.๒๕ เมตร ในช่วงก่อนพายุเข้าประมาณ ๓๐ ชั่วโมง ระดับน้ำจริงจะต่ำกว่าระดับน้ำทำนายประมาณ ๐.๒ เมตร และหลังจากนั้นประมาณ ๓๐ ชั่วโมง ระดับน้ำจริงจะสูงกว่าระดับน้ำทำนายประมาณ ๐.๕ เมตร หลังจากพายุผ่านไประยะหนึ่งแล้วระดับน้ำจริงจะต่างจากที่ทำนายประมาณ ๐.๒๕ เมตรเช่นเดิม



ภาพที่ ๔ - ๓๑ ระดับน้ำทำนายกับระดับน้ำที่ตรวจวัดได้จริงที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบระหว่างพายุลินดา

ดังนั้น เมื่อเราใช้แนวโน้มของผลต่างระหว่างระดับน้ำจริงกับน้ำทำนาย จากการวิเคราะห์แบบ ชาร์มอนิก เพียงประการเดียว โดยขาดข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งการพยากรณ์อากาศที่แม่นยำร่วมด้วยแล้ว การที่จะทำนายน้ำให้แม่นยำจึงทำได้ยาก

บทที่ ๕

ระดับน้ำในน่านน้ำไทย

๕.๑ ระดับทะเลปานกลางมาตรฐานของประเทศไทย

๕.๑.๑ ความเป็นมา

การตรวจวัดระดับน้ำครั้งแรกของประเทศไทยจะเริ่มขึ้นเมื่อใด ไม่มีหลักฐานบันทึกไว้แน่นอน ทราบเพียงว่าการตรวจในสมัยก่อนตรวจโดยวิธีใช้บรรทัดปักไว้ในทะเล โดยมีได้เทียบกับเลี้นเกณฑ์ใดๆ แล้วให้คนค่อยอ่านและบันทึกค่าไว้ ต่อมาในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร จึงได้มีการว่าจ้างชาวญี่ปุ่น ชื่อ มิสเตอร์ มาสเตอร์ (Master) เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ.๒๔๔๓ ให้ทำการสร้างสถานีวัดระดับน้ำแบบ初步 ขึ้นที่เกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ ในตำบลที่ ละติจูด $๑๑^{\circ} ๔๗'$ เหนือ ลองจิจูด $๕๕^{\circ} ๔๙'$ ตะวันออก สร้างเสร็จเรียบร้อยในเดือน ตุลาคม ปีเดียวกัน และเริ่มใช้เครื่องเมื่อวันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ.๒๔๔๓ โดยทำการตรวจวัดระดับน้ำอย่างต่อเนื่องมาจนถึงเดือน เมษายน พ.ศ.๒๔๔๔ รวมเวลาตรวจ ๖ เดือนเศษ จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาคำนวนหาค่าเฉลี่ย ซึ่งถือเป็นเลี้นเกณฑ์อันหนึ่งเรียกว่า **ระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level)** และกำหนดให้ระดับทะเลปานกลางมีค่าเป็นศูนย์ จากเลี้นเกณฑ์ดังกล่าว ได้ทำการโยงระดับถ่ายค่าไว้ที่หมุดระดับชายฝั่งของเกาะหลัก ซึ่งสร้างเป็นร่องยาวบนหินราย และให้ชื่อหมุดระดับน้ำว่า **หมุด BMA** มีค่าสูงกว่าระดับทะเลปานกลาง $0.45\text{ม}\text{ต}\text{ร}$ หมุดนี้นับเป็นหมุดระดับหมุดแรกที่กำหนดให้เป็น เส้นเกณฑ์มาตรฐานในการโยงระดับความสูงของประเทศไทย

๕.๑.๒ กำหนดพื้นเกณฑ์ระดับทะเลปานกลางมาตรฐานของประเทศไทย

หลังจากจัดทำหมุด BMA แล้วการตรวจระดับน้ำที่เกาะหลักยังดำเนินต่อไปจนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.๒๔๔๔ รวมเวลาตรวจวัดประมาณ ๕ ปี จึงได้มีการนำเอาค่าที่บันทึกไว้ มาคำนวนหาค่าเฉลี่ยใหม่อีกครั้งหนึ่ง ผลที่ได้ปรากฏว่าระดับทะเลปานกลางใหม่ต่ำกว่าเดิม $0.003\text{ม}\text{ต}\text{ร}$ ค่าของหมุด BMA จึงเปลี่ยนเป็น $0.45\text{ม}\text{ต}\text{ร}$ เมตร เนื่องจากระดับทะเลปานกลางเกาะหลัก ระดับทะเลปานกลางใหม่นี้ ได้ใช้เป็นพื้นเกณฑ์ระดับทะเลปานกลางมาตรฐานของประเทศไทย และจากหมุด BMA นี้ กรมแผนที่ทหารได้ทำการโยงระดับถ่ายค่าไปยังหมุดระดับทั่วประเทศ เพื่อใช้เป็นพื้นเกณฑ์อ้างอิงในงานสำรวจแผนที่ทั่วประเทศและในทะเล งานวิศวกรรมช่างฝั่ง งานก่อสร้าง และอื่นๆ

ในปี พ.ศ.๒๔๔๔ การท่าเรือแห่งประเทศไทยได้เริ่มการตรวจวัดระดับน้ำที่เกาะหลักขึ้นมาใหม่ โดยสร้างเรือนสถานีพร้อมติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำ เมื่อวันที่ ๑๗ เมษายน พ.ศ.๒๔๔๔ พร้อมกับโถในให้อ่ายในความดูแลของกองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา และกองสมุทรศาสตร์ ยังคงดำเนินการตรวจวัดระดับน้ำที่เกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้จะมีการตรวจวัดระดับน้ำที่เกาะหลักมาเป็นเวลายาวนาน กีอบ ๗๐ ปี จนครบรอบวัภจักรของน้ำมากกว่า ๗ รอบแล้วก็ตาม ระดับทะเลปานกลางที่ใช้เป็นค่ามาตรฐานของประเทศไทยยังคงใช้ค่าระดับทะเลปานกลางที่ตรวจวัดที่เกาะหลัก ในช่วงปี พ.ศ.๒๔๔๓ - ๒๔๔๔ เช่นเดิม

๕.๒ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในน่านน้ำไทย

กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ มีสถานีวัดระดับน้ำจำนวน ๑๒ สถานี (ยังไม่รวมสถานีวัดระดับน้ำเพื่อการเตือนภัยสึนามิด้านทะเลอันดามัน เนื่องจากยังตรวจวัดข้อมูลไม่ครบ ๑ ปี จึงยังไม่ได้นำไปใช้ในการคำนวณ) โดยแบ่งเป็นสถานีวัดระดับน้ำ ในบริเวณอ่าวไทย ๑๐ สถานี และทะเลอันดามัน ๒ สถานี นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำของกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี ๑๒ สถานี และการท่าเรือ



ระบบดูบันน้ำ

ในประเทศไทย

๗๙

ที่ระลึกวันคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๙ ปี

แห่งประเทศไทย ๔ สถานี รวมทั้งสิ้น ๒๔ สถานี ในการทำนายระดับน้ำ โดยวิธีไฮาร์มอนิก และรวมรวมค่า รายการน้ำต่างๆ อาทิ พิสัยน้ำเฉลี่ย ค่าระดับท่า漏船กกลางประจำท้องถิ่น ระดับน้ำลงต่ำที่สุด เป็นต้น จากการ ตรวจข้อมูลระดับน้ำทั้ง ๒๔ สถานี พบว่า ระดับน้ำใน่น่าน้ำไทยมีลักษณะเป็นทั้งน้ำเดี่ยว น้ำคู่ และน้ำผสม

๕.๒.๑ การตรวจวัดข้อมูลระดับน้ำใน่น่าน้ำไทย

กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ เริ่มตรวจวัดระดับน้ำอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๔๓ โดย ข้อมูลที่ปรากฏตามตารางที่ ๕ - ๑ และ ภาพที่ ๕ - ๑ แสดงข้อมูลการตรวจวัดระดับน้ำในความรับผิดชอบของกรม อุทกศาสตร์ทั้งหมด รวมทั้งช่วงเวลาการเก็บข้อมูลและสถานที่ตั้งของสถานีวัดระดับน้ำ มีรายละเอียดตามตารางที่ ๕ - ๑ และภาพที่ ๕ - ๑

สถานีวัดระดับน้ำ	จังหวัด	ที่ตั้ง	เวลาเก็บข้อมูล (พ.ศ.)
หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ อ่าวลัดทิบ	กรุงเทพมหานคร ชลบุรี	แม่น้ำเจ้าพระยา อ่าวไทยฝั่ง ต.อ.	พ.ศ.๒๕๔๔ - ปัจจุบัน
แหลมลิงห์	จันทบุรี	อ่าวไทยฝั่ง ต.อ.	พ.ศ.๒๕๔๓ - ปัจจุบัน
มหาชัย	สมุทรสาคร	แม่น้ำท่าจีน	พ.ศ.๒๕๔๓ - ปัจจุบัน
หัวทิน	ประจวบคีรีขันธ์	อ่าวไทยฝั่ง ตต.	พ.ศ.๒๕๓๕ - ปัจจุบัน
เกาะหลัก	ประจวบคีรีขันธ์	อ่าวไทยฝั่ง ตต.	พ.ศ.๒๕๔๓ - ปัจจุบัน
เกาะมัดโพน	ชุมพร	อ่าวไทยฝั่ง ตต.	พ.ศ.๒๕๐๐ - ปัจจุบัน
เกาะปราบ	สุราษฎร์ธานี	อ่าวไทยฝั่ง ตต.	พ.ศ.๒๕๑๔ - ปัจจุบัน
สงขลา	สงขลา	อ่าวไทยฝั่ง ตต.	พ.ศ.๒๕๑๙ - ปัจจุบัน
ทับสะมุ	พังงา	อันดามัน	พ.ศ.๒๕๐๐ - ปัจจุบัน
เกาะตะเกียน้อย	ภูเก็ต	อันดามัน	พ.ศ.๒๕๔๓ - ปัจจุบัน
เกาะตะรุเตา	สตูล	อันดามัน	พ.ศ.๒๕๑๙ - ปัจจุบัน

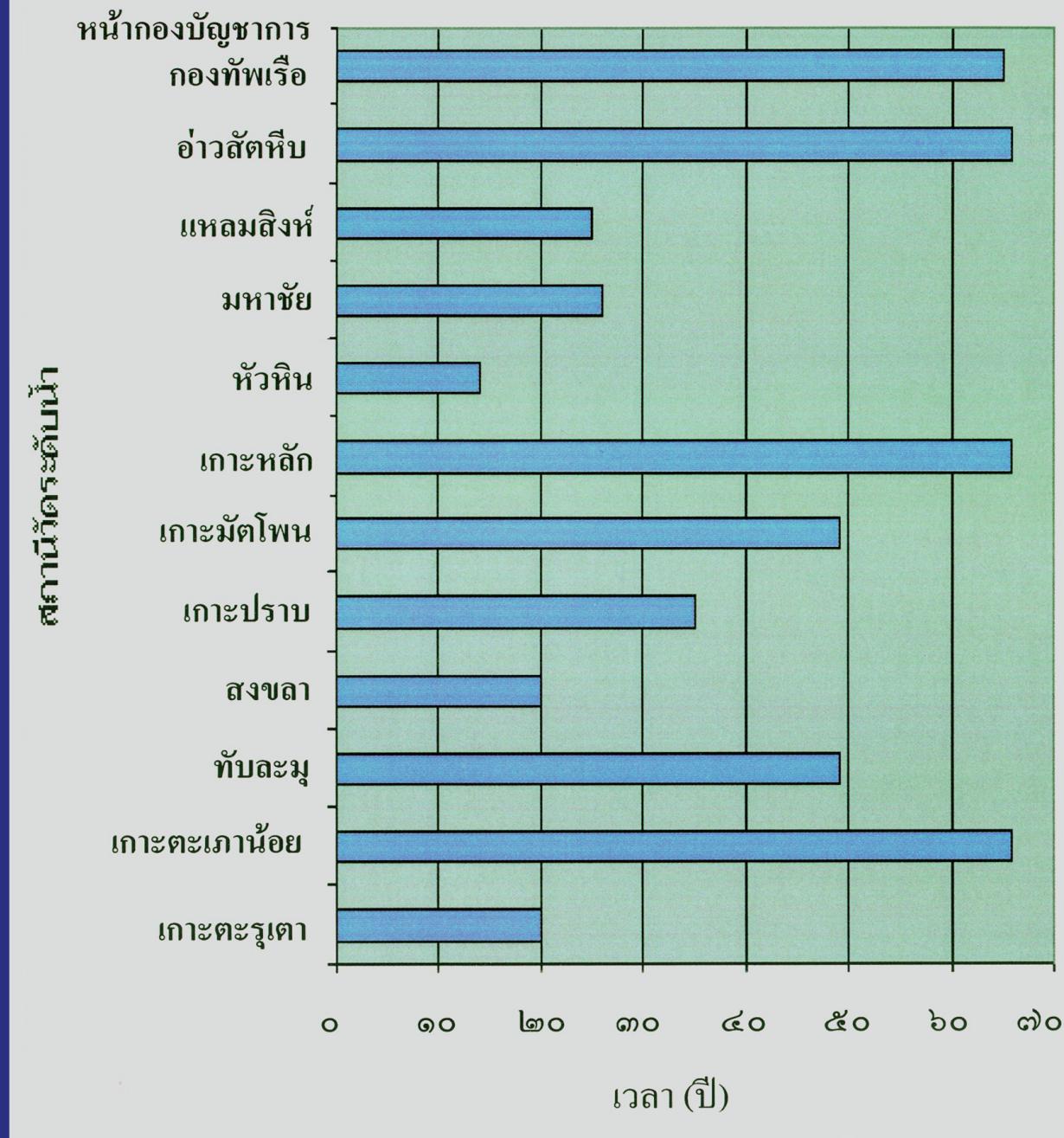
หมายเหตุ

๑. ต.อ. คือ ตะวันออก

๒. ต.ต. คือ ตะวันตก

ตารางที่ ๕ - ๑ สถานีวัดระดับน้ำ สถานที่ตั้งและช่วงเวลาการเก็บข้อมูลระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์

ระยะเวลาการเก็บข้อมูลระดับน้ำ



ภาพที่ ๕ - ๑ ระยะเวลาการเก็บข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์

๕.๒.๒ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำรายเดือน

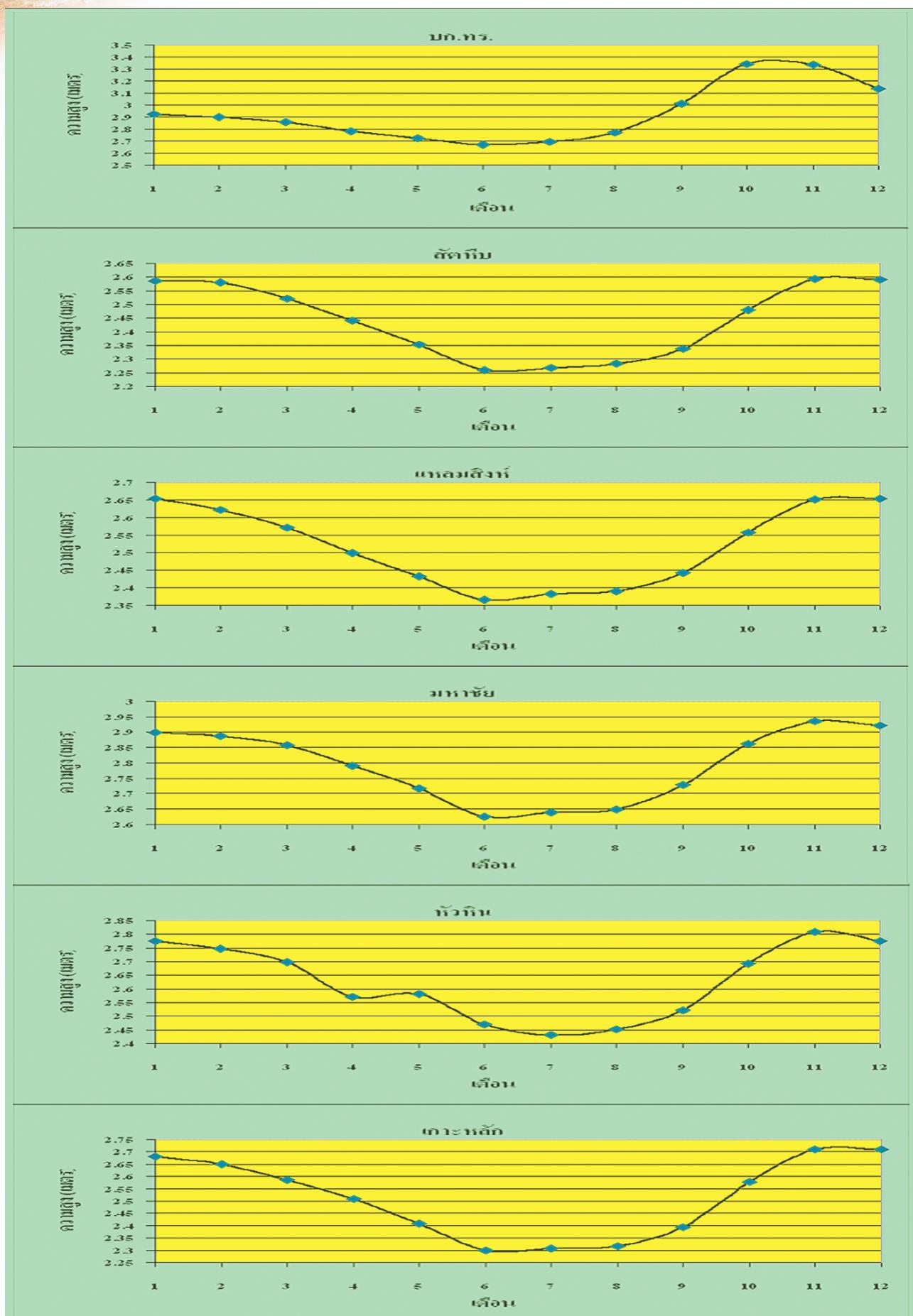
จากข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ สามารถนำมาคำนวณหาระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือน นับตั้งแต่มีการเก็บข้อมูลของแต่ละสถานีถึงปี พ.ศ.๒๕๔๙ ครอบคลุมช่วงเวลา ตามตารางที่ ๕ - ๑ และ ภาพที่ ๕ - ๑ พบร่วมค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนของระดับน้ำแต่ละสถานี มีการเปลี่ยนแปลงตามตารางที่ ๕ - ๒

โดยจะเห็นได้ว่าบริเวณสถานีวัดระดับน้ำในอ่าวไทยในช่วงประมาณเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสูงกว่าระดับน้ำเฉลี่ย (ค่าที่เป็น “ - ” เป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย) เนื่องจากในช่วงนี้ส่วนใหญ่ตกลอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมรสุမตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีลมพัดออกจากแผ่นดินลงสู่ทะเลเจนใต้ อิทธิพลของลมรสุมนี้จะพัดมวลน้ำจากทะเลเจนให้ไหลวนเข้ามาในอ่าวไทย จึงทำให้น้ำในอ่าวไทยมีระดับน้ำสูงกว่าปกติ ขณะที่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อิทธิพลของลมรสุมนี้จะพัดพามวลน้ำจากทะเลเจนขึ้นไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ จึงดึงมวลน้ำออกจากอ่าวไทยไปด้วย ทำให้ระดับน้ำในช่วงเดือนเหล่านี้มีระดับต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ยของระดับน้ำโดยรวม

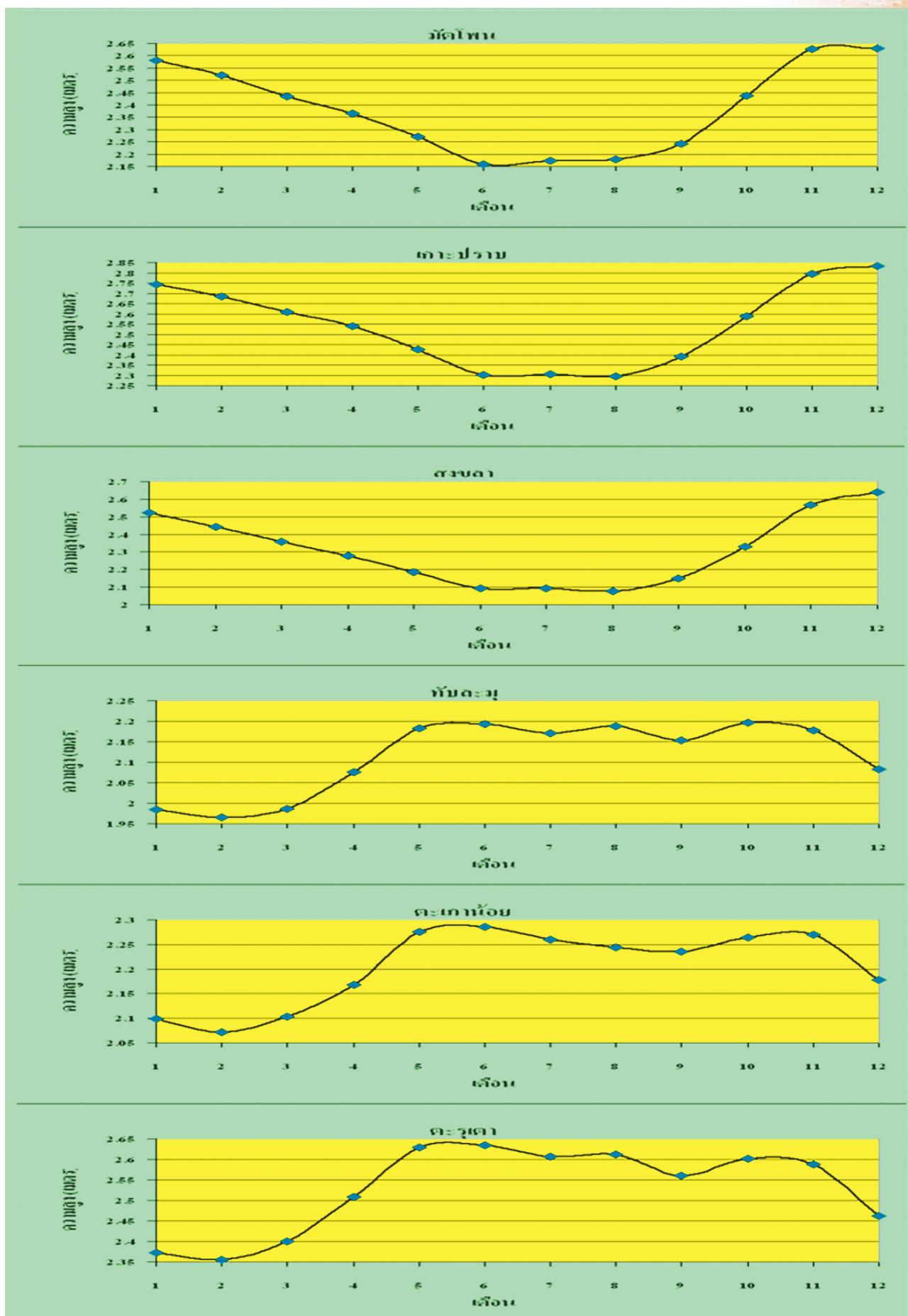
การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในทะเลอันดามันมีลักษณะตรงกันข้ามกับที่เกิดในอ่าวไทย กล่าวคือในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มวลน้ำในทะเล อันดามันจะถูกอิทธิพลของลมพัดให้เคลื่อนตัวออกจากฝั่งและไหลไปทางตะวันตกเฉียงใต้ น้ำในทะเลอันดามันจึงมีระดับต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย ขณะที่ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อิทธิพลของลมพัดดันให้มวลน้ำในทะเลอันดามันไหลไปทางตะวันออกเฉียงเหนือประทับน้ำบนแนวชายฝั่ง ทำให้น้ำในทะเลอันดามันสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ยตลอดช่วงฤดูมรสุมในเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนพฤษภาคม

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
หัวกอกอันดามัน													
ก่องท้าวพีช	-0.07	-0.07	-0.07	-0.05	-0.07	-0.07	-0.07	-0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๕๗๗
อ่างลังทับ	0.07	0.07	0.07	0.00	-0.05	-0.07	-0.07	-0.06	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๔๔๗
แหลมสิริท์	0.07	0.07	0.05	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๕๗๗
มหาดี	0.07	0.07	0.07	-0.00	-0.07	0.07	-0.05	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๗๗๐
หัวพิม	0.07	0.07	0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๖๑๔
เกาะหลัก	0.07	0.07	0.07	-0.00	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๕๐๗
เกาะฟัดเพน	0.07	0.07	0.05	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๓๔๗
เกาะป่วย	0.07	0.07	0.07	-0.00	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๔๔๗
ลังชา	0.07	0.07	0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๓๐๓
ทับสะแก	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๐๗๐
เกาะทะนาน้อย	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๑๐๐
เกาะทะรุเตา	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	๒.๕๗๗

ตารางที่ ๕ - ๒ ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนต่อระดับทะเลplainกลาง (เมตร) เทียบกับระดับน้ำเฉลี่ย (เมตร)
จากศูนย์บรรทัดน้ำ (๒.๕ เมตร) ต่อระดับทะเลplainกลาง



ภาพที่ ๕ - ๒ ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนในบ้านน้ำไทย



ภาพที่ ๕ - ๒ ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนในน่านน้ำไทย (ต่อ)



๔.๒.๓ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำรายปี

จากข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมง สามารถคำนวณหาระดับน้ำเฉลี่ยรายปีตั้งแต่มีการเก็บข้อมูลของแต่ละสถานี ถึงปี พ.ศ.๒๕๕๖ ครอบคลุมช่วงเวลา ตามตารางที่ ๔ - ๑ และ ภาพที่ ๔- ๑ พบร่วมกับค่าเฉลี่ยระดับน้ำรายปีมีการเปลี่ยนแปลงตามตารางที่ ๔ - ๓ และภาพที่ ๔ - ๓ สามารถสรุปได้โดยรวม ดังนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในระยะยาวพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้น ๔ สถานี คือ ที่หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ แหลมสิงห์ มหาชัย หัวทิน เกาะมัดพون สงขลา ทับสะมุ และเกาะตะรุเตา ส่วนอีก๒ สถานีระดับน้ำมีแนวโน้มลดลง คือ เกาะหลัก และเกาะปราบ

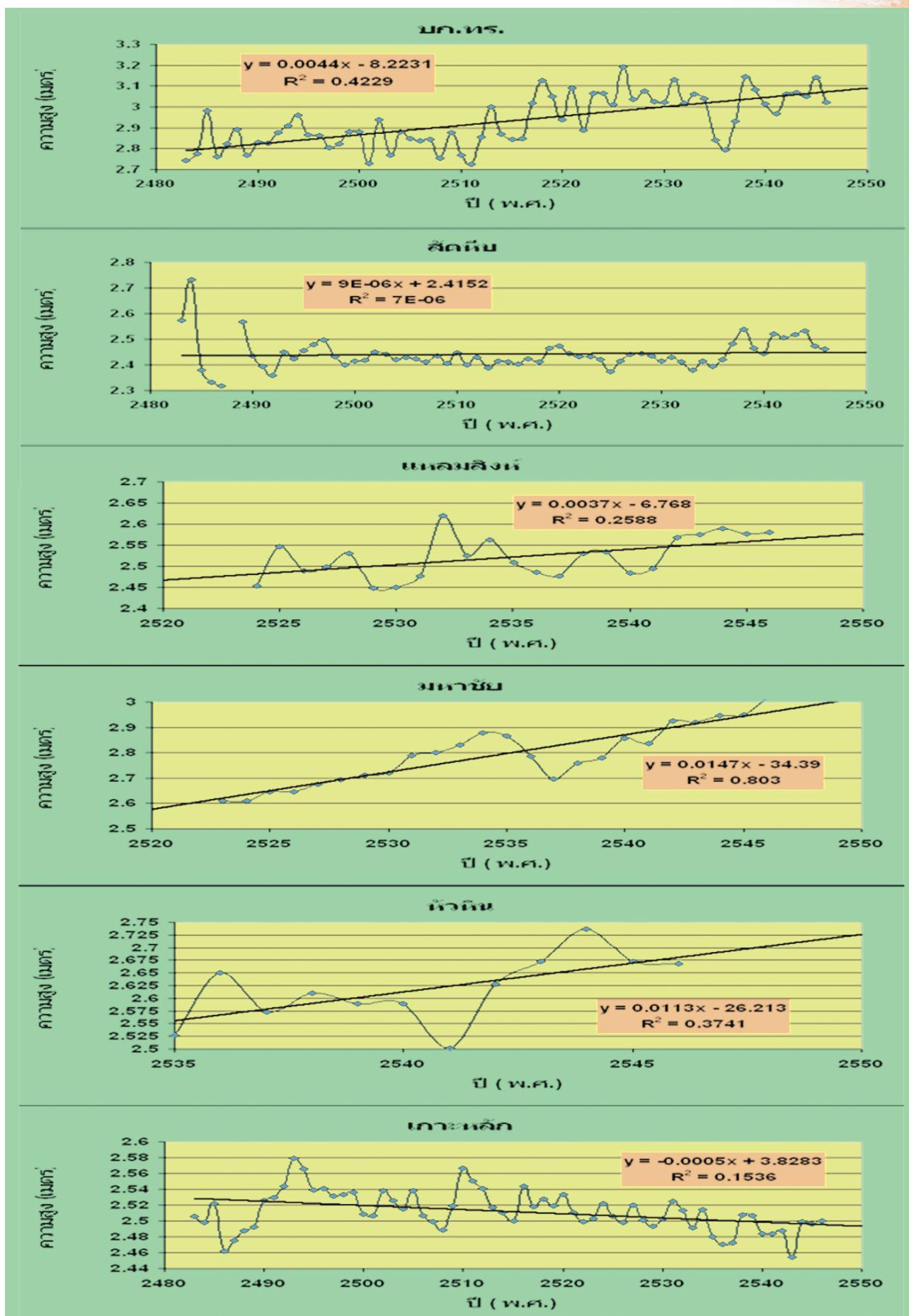
ข. อัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำมีระดับต่างๆ กัน ข้อมูลส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูงของระดับน้ำกับเวลาไม่ชัดเจน

ค. สถานีวัดระดับน้ำซึ่งตั้งอยู่บนเกาะที่ห่างไกลจากฝั่งชายแหน่ง มีแนวโน้มคงที่หรือลดลง คือที่เกาะทะนาน้อย เกาะหลัก และเกาะปราบ

ง. ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำยังไม่ได้ชัดเชยการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่สัมพันธ์กับระดับน้ำอ้างอิงบนบกเท่านั้น

สถานี	การเปลี่ยนแปลง (มม./ปี)	ความสัมพันธ์
หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ	+0.00๔๔	๐.๔๙๙๙
อ่าวสัตหีบ	+0.0000	๐.๐๐๐๐
แหลมสิงห์	+0.00๓๗	๐.๒๕๘๘
มหาชัย	+0.๐๑๔๗	๐.๔๐๓๐
หัวทิน	+0.๐๑๑๓	๐.๓๗๔๑
เกาะหลัก	-0.000๕	๐.๑๕๓๖
เกาะมัดพอน	+0.00๖๔	๐.๔๗๖๔
เกาะปราบ	-0.00๒๒	๐.๑๔๖๗
สงขลา	+0.00๔๕	๐.๔๔๖๐
ทับสะมุ	+0.00๕๒	๐.๑๗๗๗
เกาะทะนาน้อย	+0.0000	๐.๐๐๐๒
เกาะตะรุเตา	+0.00๓๒	๐.๐๔๐๒

ตารางที่ ๔ - ๓ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำรายปีที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ



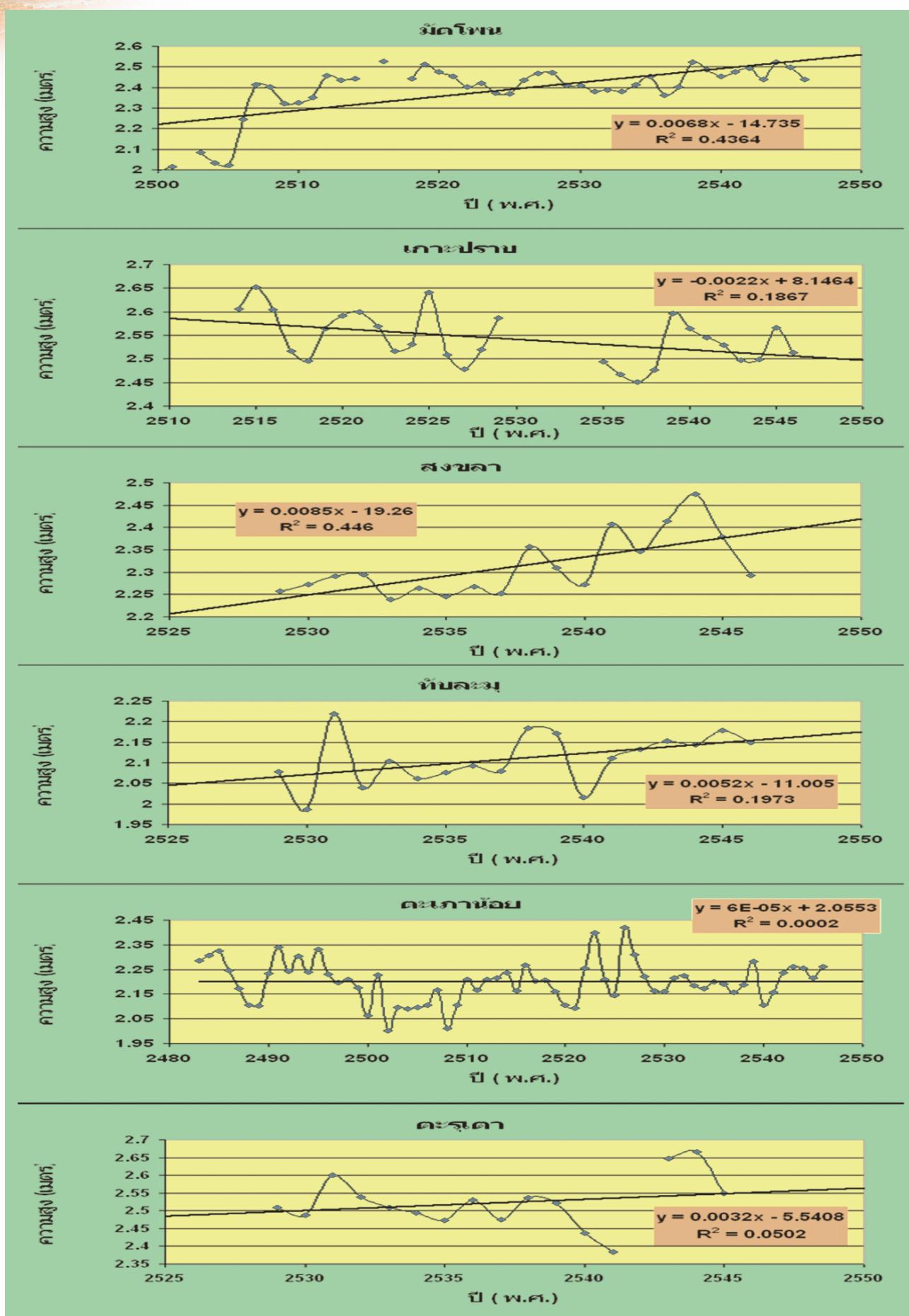
ภาพที่ ๕ - ๓ ระดับน้ำเฉลี่ยรายปีที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ



๙๖

ระดับน้ำ ในบ้านน้ำไทย

รายงานผลการสำรวจและคาดการณ์ ประจำปี ๕๗ ปี



ภาพที่ ๕ - ๓ ระดับน้ำเฉลี่ยรายปีที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (ต่อ)

๕.๒.๔ การแบ่งชนิดของน้ำ

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าลักษณะน้ำในน่าน้ำไทยมีทั้งสามชนิดคือ น้ำเดี่ยว น้ำคู่ และน้ำผสม การจัดแบ่งลักษณะน้ำจะจัดตามความการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำหลัก ที่เห็นได้ชัดเจนจากการสร้างกราฟความสูงระดับน้ำและเวลาอย่างไรก็ตาม เพื่อให้มีเกณฑ์การแบ่งประเภทของน้ำอย่างชัดเจน โดยทั่วไปนิยมใช้ แอมพลิจูด ของระดับน้ำย่ออย่างมีลักษณะเด่นเป็น น้ำเดี่ยวและน้ำคู่หลัก ๔ ค่า คือ

Principle Lunar Semi-Diurnal (M2)

Principal Solar Semi-Diurnal (S2)

Luni - Solar Declinational Diurnal (K1)

Lunar - Solar Declinational Diurnal (O1)

โดยใช้อัตราส่วนระหว่างผลรวมแอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออยหลัก ซึ่งมีลักษณะน้ำเดี่ยวสองค่า (K1 และ O1) กับผลรวมแอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออยหลัก ซึ่งมีลักษณะน้ำคู่สองค่า (M2 และ S2) ซึ่งรู้จักกันในนาม Form Ratio(F)

$$F = \frac{K1+O1}{M2+S2}$$

เมื่อ K1 = แอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออย K1

O1 = แอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออย O1

M2 = แอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออย M2

S2 = แอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออย S2

เมื่อ Form Ratio มีค่ามากกว่า ๓.๐ แสดงว่า ผลรวมแอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออยหลัก ซึ่งมีลักษณะน้ำเดี่ยวมีค่ามากกว่าผลรวมแอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออยหลักซึ่งมีลักษณะน้ำคู่มาก แสดงเป็นนัยว่า ระดับน้ำมีลักษณะน้ำเดี่ยว (Diurnal Tide) คือ มีน้ำขึ้นเต็มที่และลงเต็มที่วันละหนึ่งครั้ง ซึ่งการแปรผันของพิสัยของน้ำจะขึ้นอยู่กับมุบ่ายเบนของดวงจันทร์เป็นหลัก โดยพิสัยของน้ำจะมีค่าน้อยในเวลาที่มุบ่ายเบนของดวงจันทร์มีค่าน้อยและพิสัยของน้ำจะมีค่ามากในเวลาที่มุบ่ายเบนของดวงจันทร์มีค่ามาก

ในการที่ Form Ratio มีค่าน้อย (น้อยกว่า ๐.๒๕) แสดงว่าผลรวมแอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออยหลักซึ่งมีลักษณะน้ำคู่มีค่ามากกว่าผลรวม แอมพลิจูดของระดับน้ำย่ออยหลักซึ่งมีลักษณะน้ำเดี่ยวมาก บ่งบอกเป็นนัยว่าระดับน้ำมีลักษณะเป็นน้ำคู่ (Semi-Diurnal Tide) กล่าวคือมีน้ำขึ้นเต็มที่ ๒ ครั้ง และน้ำลงเต็มที่ ๒ ครั้ง ในหนึ่งวัน และการแปรผันของพิสัยของน้ำจะขึ้นกับตำแหน่งสัมพันธ์ระหว่าง ดวงจันทร์กับ ดวงอาทิตย์ ซึ่งจะมีการแปรผันในลักษณะน้ำเกิด น้ำตาย คือพิสัยของน้ำจะมีค่าน้อยในหนาน้ำตาย และพิสัยของน้ำจะมีค่ามากในหนาน้ำเกิด

สำหรับกรณีที่ Form Ratio มีค่ามากกว่า ๐.๒๕ แต่น้อยกว่า ๓ จะแสดงลักษณะสำหรับระดับน้ำผสม (Mixed Tide) โดยเป็นการผสมระหว่างระดับน้ำเดี่ยวและระดับน้ำคู่ โดยในวันที่มียอดน้ำขึ้นสูงเกิดขึ้นเต็มที่ ๑ ครั้ง และยอดน้ำลงเต็มที่เกิดขึ้น ๑ ครั้ง ระดับน้ำขึ้นเต็มที่และระดับน้ำลงเต็มที่ทั้งสองที่เกิดขึ้น จะมีระดับความสูงต่างกัน (Diurnal Inequality) ในกรณีนี้อิทธิพลของมุบ่ายเบนของดวงจันทร์มีความสำคัญมาก

จากการตรวจสอบค่า Form Ratio ของน้ำตามสถานีต่างๆ ตามตารางที่ ๕ - ๔ พบว่า ในบริเวณอ่าวไทย ฝั่งตะวันออกจะมีลักษณะน้ำเดี่ยว ตั้งแต่บริเวณแหลมทอง จ.ตราด ถึง บริเวณปากน้ำระยอง จ.ระยอง จากนั้นลักษณะน้ำจะเปลี่ยนเป็นน้ำผสม ตั้งแต่บริเวณ อ.ลัตหิน จ.ชลบุรี รวมทั้งบริเวณอ่าวไทยตอนบนทั้งหมด และยังคงมีลักษณะน้ำผสมไปจนถึงบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตอนล่าง ตั้งแต่เกาะปราบ จ.สุราษฎร์ธานี จนถึงบางนรา

จ.นราธิวาส โดยมีลักษณะน้ำเดียวแทรกอยู่ในบริเวณเกาะหลัก จ.ประจำวันคือวันที่ ๑๖ ตุลาคม ๒๕๖๗ จ.นราธิวาส ได้ดำเนินการสำรวจและประเมินความเสี่ยงของสถานที่ตั้งแต่ชายฝั่ง จรดยอด ไปถึง จ.สตูล จะมีลักษณะเป็นน้ำคู่ทั้งหมด ยกเว้นในบริเวณปากน้ำริมของแม่น้ำจะเป็นน้ำผสม

สถานีวัดระดับน้ำ	O1	K1	M2	S2	Form Ratio	ชนิดของน้ำ
๑. สันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา	๐.๔๔๓๖	๐.๖๘๑๕	๐.๕๒๒๗	๐.๒๗๖๙	๑.๓๔๒๔	น้ำผสม
๒. ป้อมพระจุลจอมเกล้า	๐.๔๒๕๘	๐.๖๖๒๖	๐.๕๔๗๐	๐.๒๗๖๒	๑.๓๒๒๒	น้ำผสม
๓. ท่าเรือกรุงเทพฯ	๐.๓๖๕๑	๐.๕๗๘๑	๐.๔๙๓๔	๐.๒๔๙๙	๑.๒๖๘๓	น้ำผสม
๔. หน้ากองบัญชาการกองทัพเรือ	๐.๒๓๕๕	๐.๓๗๙๙	๐.๓๒๒๗	๐.๑๖๓๒	๑.๒๖๔๗	น้ำผสม
๕. บางปะกง	๐.๓๙๙๙	๐.๖๑๘๘	๐.๕๔๖๓	๐.๒๗๔๑	๑.๒๗๙๔	น้ำผสม
๖. เกาะลีชั้ง	๐.๔๒๖๑	๐.๖๕๕๐	๐.๕๙๙๖	๐.๒๔๔๗	๑.๔๕๔๕	น้ำผสม
๗. อ่าวสัตหีบ	๐.๓๙๒๗	๐.๕๗๗๒	๐.๒๖๖๙	๐.๑๒๒๖	๒.๕๕๕๑	น้ำผสม
๘. ปากน้ำระยอง	๐.๒๙๖๑	๐.๔๔๘๗	๐.๑๐๕๓	๐.๐๔๗๔	๔.๙๑๒๐	น้ำเดียว
๙. แหลมสิงห์	๐.๓๑๖๕	๐.๔๗๖๙	๐.๑๐๔๒	๐.๐๔๕๒	๕.๐๔๙๙	น้ำเดียว
๑๐. แหลมงอบ	๐.๓๐๖๑	๐.๔๔๗๒	๐.๑๐๓๓	๐.๐๖๑๓	๔.๔๑๕๙	น้ำเดียว
๑๑. แม่น้ำท่าจีน	๐.๓๗๔๒	๐.๔๔๙๐	๐.๔๔๔๗	๐.๒๒๖๒	๑.๓๔๓๗	น้ำผสม
๑๒. แม่น้ำแม่กลอง	๐.๓๙๒๐	๐.๖๐๙๖	๐.๕๙๑๔	๐.๒๖๖๙	๑.๔๙๐๒	น้ำผสม
๑๓. หัวพิน	๐.๓๙๙๙	๐.๖๑๐๒	๐.๓๓๒๗	๐.๑๕๗๐	๒.๑๖๒๗	น้ำเดียว
๑๔. เกาะหลัก	๐.๓๓๒๙	๐.๕๐๑๔	๐.๐๖๑๖	๐.๐๑๖๔	๑๐.๖๙๔๙	น้ำเดียว
๑๕. เกาะมัตต์พน	๐.๓๐๔๔	๐.๔๕๒๖	๐.๑๐๓๒	๐.๐๗๔๔	๔.๒๒๔	น้ำเดียว
๑๖. เกาะปราบ	๐.๓๒๕๑	๐.๔๘๐๕	๐.๒๒๑๙	๐.๑๓๕๓	๒.๓๗๑๐	น้ำผสม
๑๗. เกาะสมุย	๐.๒๕๔๖	๐.๓๖๔๑	๐.๑๖๑๗	๐.๐๘๔๔	๔.๔๐๔๙	น้ำผสม
๑๘. ปากพนัง	๐.๑๙๙๑	๐.๑๗๑๙	๐.๑๗๓๐	๐.๐๓๔๘	๔.๐๔๙๑	น้ำผสม
๑๙. สงขลา	๐.๐๓๙๐	๐.๐๔๖๙	๐.๑๗๔๗	๐.๐๔๔๔	๐.๔๓๓๒	น้ำผสม
๒๐. ปัตตานี	๐.๑๙๘๗	๐.๐๗๔๗	๐.๑๕๒๐	๐.๐๖๑๐	๐.๕๓๐๕	น้ำผสม
๒๑. บางนรา	๐.๐๗๖๙	๐.๑๗๙๒	๐.๑๖๙๑	๐.๐๓๑๗	๔.๑๑๔	น้ำผสม
๒๒. ปากน้ำริม	๐.๐๕๙๑	๐.๑๗๗๔	๐.๑๗๙๗	๐.๕๗๑๒	๐.๒๖๐๐	น้ำผสม
๒๓. คุรุบุรี	๐.๐๕๑๓	๐.๑๓๖๖	๐.๙๑๑๑	๐.๔๕๗๗	๐.๓๓๓๔	น้ำคู่
๒๔. อ่าวทับละมุ	๐.๐๔๕๙	๐.๑๑๙๙	๐.๗๑๙๙	๐.๓๕๗๒	๐.๑๕๒๑	น้ำคู่
๒๕. เกาะตะเกียน้อย	๐.๐๔๗๔	๐.๑๓๐๕	๐.๗๔๕๙	๐.๔๐๒๐	๐.๑๕๙๙	น้ำคู่
๒๖. ปากน้ำกระบี	๐.๐๔๗๐	๐.๑๔๔๖	๐.๗๑๓๙	๐.๔๙๔๑	๐.๑๓๗๓	น้ำคู่
๒๗. ปากน้ำตรัง	๐.๐๕๗๑	๐.๑๔๖๒	๐.๙๐๕๓	๐.๔๕๔๒	๐.๑๔๙๑	น้ำคู่
๒๘. เกาะตะรุเตา	๐.๐๕๑๔	๐.๑๕๙๑๕	๐.๗๙๒๐	๐.๔๔๗๗	๐.๑๖๙๙	น้ำคู่

$$\text{หมายเหตุ } \quad F = (O1+K1) / (M2+S2)$$

ถ้าค่า F มีค่า $0 < F < 0.๔๕$ น้ำจะมีลักษณะเป็นน้ำคู่

ถ้าค่า F มีค่า $0.๔๕ < F < ๓$ น้ำจะมีลักษณะเป็นน้ำผสม

ถ้าค่า F มีค่า $F > ๓$ น้ำจะมีลักษณะเป็นน้ำเดียว

๕.๓ ค่ารายการน้ำ

ค่ารายการน้ำเป็นข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดระดับน้ำเป็นเวลานาน โดยการตรวจวัดให้ครอบคลุมเวลา ๑๘.๖ ปีหรือ ๑ รอบวัฏจักรน้ำ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วจะใช้ช่วงเวลา ๑๙ ปี ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว คำนวณออกมาเป็นค่ารายการน้ำ (Tidal Information) โดยความหมายของค่ารายการน้ำต่างๆ มีดังนี้

๕.๓.๑ น้ำขึ้นสูงสุด (Highest High Water หรือ H'estHW) หมายถึง น้ำขึ้นสูงที่สุดในช่วงเวลาที่ตรวจวัดข้อมูล

๕.๓.๒ น้ำขึ้นเต็มที่ยอดสูงปานกลาง (Mean Higher High Water หรือ MHHW) หมายถึง ในวันที่มีน้ำขึ้นเต็มที่ ๒ ครั้ง ความสูงของน้ำย่อมไม่เท่ากัน น้ำขึ้นเต็มที่ที่สูงกว่า เรียกว่า น้ำขึ้นเต็มที่ยอดสูง (Higher High Water) เมื่อนำค่าน้ำขึ้นเต็มที่ยอดสูงมาหาค่าเฉลี่ยเรียกว่า “น้ำขึ้นเต็มที่ยอดสูงปานกลาง”

๕.๓.๓ น้ำขึ้นเต็มที่ปานกลางหน้าเกิด (Mean High Water Spring หรือ MHWS) หมายถึง ค่าเฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่ในช่วงเดือนมีดหรือเดือนเพ็ญ (รวม ๑๕ ค่ำหรือขึ้น ๑๕ ค่ำ)

๕.๓.๔ น้ำขึ้นเต็มที่ปานกลาง (Mean High Water หรือ MHW) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำขึ้นเต็มที่ทั้งหมด

๕.๓.๕ น้ำขึ้นเต็มที่ปานกลางหน้าตาย (Mean High Water Neap หรือ MHWN) หมายถึง ค่าเฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่ในช่วงกึ่งปักษ์ (ขึ้น ๔ ค่ำหรือรวม ๔ ค่ำ)

๕.๓.๖ ระดับน้ำปานกลางหรือกึ่งระดับน้ำ (Mean Tide Level หรือ MTL) หมายถึง ค่ากึ่งกลางของความสูงระหว่างระดับน้ำขึ้นเฉลี่ยกับระดับน้ำลงเฉลี่ย ค่ากึ่งกลางระดับน้ำนี้มีค่าใกล้เคียงกับระดับทะเลปานกลางท้องถิ่น

๕.๓.๗ ระดับทะเลปานกลางท้องถิ่น (Local Mean Sea Level หรือ LMSL) หมายถึง ระดับทะเลเฉลี่ยของตำบลที่ตรวจระดับน้ำนั้นๆ ที่คำนวณหาได้จากผลการตรวจน้ำระดับน้ำทะเลทุกช่วงเวลาที่เท่าๆ กัน เป็นระยะเวลานาน

๕.๓.๘ น้ำลงเต็มที่ปานกลางหน้าตาย (Mean Low Water Neap หรือ MLWN) หมายถึง ค่าเฉลี่ยน้ำลงเต็มที่ในช่วงกึ่งปักษ์ (ขึ้น ๔ ค่ำหรือรวม ๔ ค่ำ)

๕.๓.๙ น้ำลงเต็มที่ปานกลาง (Mean Low Water หรือ MLW) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำลงเต็มที่ทั้งหมด

๕.๓.๑๐ น้ำลงเต็มที่ปานกลางหน้าเกิด (Mean Low Water Spring หรือ MLWS) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของน้ำลงเต็มที่ในช่วงเดือนมีดหรือเดือนเพ็ญ (รวม ๑๕ ค่ำหรือขึ้น ๑๕ ค่ำ)

๕.๓.๑๑ น้ำลงเต็มที่ยอดต่ำปานกลาง (Mean Lower Low Water หรือ MLLW) หมายถึง ในวันที่มีน้ำลงเต็มที่ ๒ ครั้ง ความสูงของน้ำลงเต็มที่ย่อมไม่เท่ากัน น้ำลงเต็มที่ที่ต่ำกว่า เรียกว่า “น้ำลงเต็มที่ยอดต่ำ” (Lower Low Water) เมื่อนำค่าน้ำลงเต็มที่ยอดต่ำมาหาค่าเฉลี่ย เรียกว่า “น้ำลงเต็มที่ยอดต่ำปานกลาง”

๕.๓.๑๒ พิสัยน้ำเกิดปานกลาง (Mean Spring Range หรือ Mn.Sg.Range) หมายถึง ค่าเฉลี่ยพิสัย (Range) ของน้ำหน้าน้ำเกิด

๕.๓.๑๓ พิสัยน้ำตายปานกลาง (Mean Neap Range หรือ Mn.Np.Range) หมายถึง ค่าเฉลี่ยพิสัย (Range) ของน้ำหน้าน้ำตาย

๕.๓.๑๔ พิสัยน้ำ (Mean Range หรือ Mn.Range) หมายถึง ค่าเฉลี่ยระหว่างระดับน้ำขึ้นปานกลางกับระดับน้ำลงปานกลาง

๕.๓.๑๕ ระดับทะเลปานกลางมาตรฐาน (Mean Sea Level หรือ MSL) หมายถึง ระดับทะเลปานกลางมาตรฐานของประเทศไทย ได้จากการคำนวนหาค่าเฉลี่ยจากผลการตรวจน้ำระดับน้ำที่เกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.๒๕๕๓ ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ.๒๕๕๔



๑๐๐ ระดับน้ำในประเทศไทย

สำนักงานคล้ายวัฒนาภารกุลศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

๕.๓.๑๙ น้ำลังต่ำที่สุด (Lowest Low Water หรือ L'est LW) หมายถึง ระดับน้ำลังเต็มที่ต่ำที่สุดในช่วงเวลาที่ตรวจสอบข้อมูล

จากค่ารายการน้ำต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น กรมอุทกศาสตร์ ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการสำรวจแผนที่ทะเล และการทำนายน้ำเพื่อจัดทำมาตรฐานน้ำในน่านน้ำไทย โดยค่ารายการน้ำที่นำไปแสดงในแผนที่เดินเรือ คือ ระดับน้ำลังต่ำที่สุด (Lowest Low Water หรือ L'est LW) ระดับน้ำขึ้นเต็มที่ปานกลางหน้าเกิด (Mean High Water Spring หรือ MHWS) ระดับน้ำขึ้นเต็มที่ปานกลางหน้าด้วย (Mean High Water Neap หรือ MHWN) ระดับน้ำลังเต็มที่ปานกลางหน้าด้วย (Mean Low Water Neap หรือ MLWN) และ ระดับน้ำลังเต็มที่ปานกลางหน้าเกิด (Mean Low Water Spring หรือ MLWS)

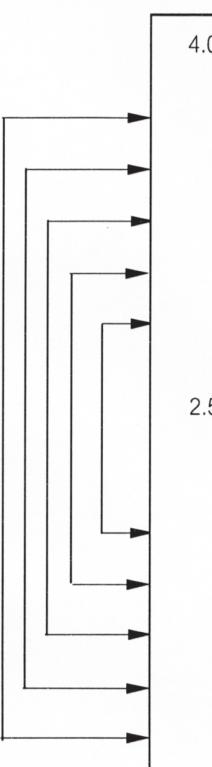
ตำแหน่งที่ Place	ละต. N. Lat N	ลอง. E. Long E	ระดับทะเลปานกลาง เหนือเส้นเกณฑ์ MSL above datum	ความสูงเป็นเมตรเหนือพื้นเกณฑ์ Heights in metres above datum			
				ระดับน้ำขึ้นเต็มที่ ปานกลางหน้าเกิด MHWS	ระดับน้ำขึ้นเต็มที่ ปานกลางหน้าด้วย MHWN	ระดับน้ำลังเต็มที่ ปานกลางหน้าด้วย MLWN	ระดับน้ำลังเต็มที่ ปานกลางหน้าเกิด MLWS
สัตหีบ Sattahip	12° 38' 42"	100° 52' 55"	2.13	2.91	2.77	1.39	1.08

ตารางที่ ๕ - ๕ ค่ารายการน้ำที่แสดงในแผนที่เดินเรือ (แผนที่เดินเรือหมายเลข ๑๐๔)

จากค่ารายการน้ำที่แสดงไว้ในแผนที่เดินเรือนี้ สามารถนำค่าที่ได้ไปบวกเพิ่มเข้ากับเลขนำที่ลงในแผนที่เดินเรือได้ ตามช่วงเวลาหน้าเกิด (ขั้น ๑๕ ค่ำ หรือแมร์ ๑๕ ค่ำ และเวลาที่ใกล้เคียงก่อนและหลัง ๑ - ๒ วัน) และช่วงเวลาหน้าด้วย (ขั้น ๗ - ๘ ค่ำ หรือแมร์ ๗ - ๘ ค่ำ) เนื่องจากเลขนำที่แสดงความลึกน้ำในแผนที่เดินเรือในน่านน้ำไทยเป็นตัวเลขที่คิดจากระดับน้ำลังต่ำที่สุด (Lowest Low Water) เมื่อนำระดับความสูงของค่ารายการน้ำที่แสดง เช่น ระดับน้ำขึ้นเฉลี่ยหน้าหน้าเกิด (นำขึ้นเต็มที่ปานกลางหน้าเกิด) หรือ MHWS ซึ่งมีค่า ๒.๙๑ ม. เหนือระดับน้ำลังต่ำที่สุดไปบวกกับค่าความลึกน้ำที่แสดงในแผนที่เดินเรือหมายเลข ๑๐๔ ในช่วงเวลาหน้าเกิดแล้ว ก็จะได้ความลึกใหม่ดังนี้

ระดับน้ำขึ้นเฉลี่ยหน้าหน้าเกิด + ความลึกน้ำในแผนที่เดินเรือ = ความลึกน้ำจากการดับน้ำขึ้นเฉลี่ยหน้าหน้าเกิดจนถึงพื้นท้องทะเล

ระดับความสูงของค่ารายการน้ำ (Tidal Datum)

	4.00 H'HW. น้ำขึ้นสูงสุด (Highest High Water) MHHW. น้ำขึ้นเต็มที่ยอดสูงปานกลาง (Mean Higher High Water) MHWS. น้ำขึ้นเต็มที่ปานกลางหน้าน้ำเกิด (Mean High Water Spring) MHW. น้ำขึ้นเต็มที่ปานกลาง (Mean High Water) MHWN. น้ำขึ้นเต็มที่ปานกลางหน้าน้ำดาย (Mean High Water Neap) M.T.L. ระดับน้ำปานกลาง (Mean Tide Level) M.S.L. ระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) ซึ่งอยู่สูงกว่าศูนย์บรรทัดน้ำ 2.50 เมตร ค่านี้โดยระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก จ. ประจวบคีรีขันธ์ ไปทั่วประเทศ MLWN. น้ำลงเต็มที่ปานกลางหน้าน้ำดาย (Mean Low Water Neap) MLW. น้ำลงเต็มที่ปานกลาง (Mean Low Water) MLWS. น้ำลงเต็มที่ปานกลางหน้าน้ำเกิด (Mean Low Water Spring) MLLW. น้ำลงเต็มที่ยอดต่ำปานกลาง (Mean Lower Low Water) L'LW. น้ำลงต่ำที่สุด (Lowest Low Water)
0.00 ZERO of STAFF (ศูนย์บรรทัดน้ำ)	

อัตราส่วนความสูงของน้ำขึ้น น้ำลง



ตารางที่ ๕ - ๖ ความล้มพันธ์ของค่ารายการน้ำ



๑๐๒ ระดับน้ำกับสึนามิ

สำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

๕.๔ ระดับน้ำกับสึนามิ

๕.๔.๑ กล่าวว่า

เมื่อวันที่ ๒๖ มีนาคม พ.ศ.๒๕๕๗ เวลา ๐๗๕๕ เกิดแผ่นดินไหว ขนาดความรุนแรง ๙.๐ ตามมาตราวิกเตอร์ โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่ ละติจูด ๓๐๓° เหนือลองจิจูด ๙๕° ๕๐.๒๕' ตะวันออก (ห่างไปทางตะวันตกของเกาะสุมatra ของอินโดนีเซีย ประมาณ ๑๖๐ กิโลเมตร) ที่ความลึก ๓๐ กิโลเมตรจากระดับน้ำทะเล นับเป็นแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรงเป็นลำดับที่ ๔ นับตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๔๔๓ (ค.ศ. ๑๙๐๐) ก่อให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่สร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินของพลเมืองประเทศต่างๆที่ตั้งอยู่ชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย บังคลาเทศ ศรีลังกา อินเดีย มาลดีพ โซมาเลีย เคนยา แทนซาเนีย เอฟริกาใต้ เกาะมาดากัสการ และ ๖ จังหวัดภาคใต้ทางฝั่งตะวันตกของประเทศไทย นับเป็นสึนามิที่คร่าชีวิตมนุษย์มากที่สุด



ภาพที่ ๕ - ๔ สึนามิ

๕.๔.๒ ความหมายของสึนามิ

สึนามิ เป็นชื่อคลื่นชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยชุดของคลื่นที่มีความยาวคลื่นมาก และคาบคลื่นหรือช่วงห่างของระยะเวลาระหว่างคลื่นแต่ละลูกยาวนาน สึนามิ (Tsunami) เป็นภาษาญี่ปุ่น แปลว่า Harbour Wave หมายถึง คลื่นที่เข้าท่าเรือหรือคลื่นที่เข้าสู่อ่าว “สึ (Tsu)” แปลว่า Harbour หรือ ท่าเรือ ส่วน “นามิ (Nami)” แปลว่า Wave หรือ คลื่น

๕.๔.๓ ลักษณะของสึนามิ

สึนามิเคลื่อนตัวออกจากจุดกำเนิดในลักษณะเป็นชุดของคลื่น กล่าวคือเมื่อมีการกำเนิดคลื่นแล้ว คลื่นลูกที่หนึ่งเคลื่อนออกจากจุดกำเนิดไปได้ลักษณะหนึ่งประมาณ ๑๐ นาที ถึง ๑ ชั่วโมง คลื่นลูกที่สองจะเคลื่อนตามออกไปจากนั้นอีกรอบหนึ่งคลื่นลูกที่สามและลูกต่อๆไปจะจะเคลื่อนตัวออกไป สึนามิเป็นคลื่นที่มีคาบคลื่นนานหลายนาที และมีความยาวคลื่นยาวมาก โดยมีความยาวคลื่นตั้งแต่ ๔๐ กิโลเมตร ถึง ๒๐๐ กิโลเมตร สึนามิเคลื่อนที่จากทะเลลึกเข้าหาฝั่งจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ ๒๐๐ กิโลเมตร/ชั่วโมง จนถึงมากกว่า ๑,๐๐๐ กิโลเมตร/ชั่วโมง ถ้าทราบความเร็วของสึนามิ จะสามารถคาดหมายระยะเวลาที่คลื่นเคลื่อนตัวถึงชายฝั่งได้ ตัวแปรที่ใช้ในการหาความเร็วของสึนามิได้แก่ ความลึกของน้ำกับอัตราเร่งอันเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยที่ความเร็วในการเคลื่อนตัวของสึนามิเท่ากับ รากที่สองของความลึกของน้ำ กับ อัตราเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลกหรือ

$$v = \sqrt{hg}$$

เมื่อ v เป็นความเร็วในการเคลื่อนตัวของสึนามิ (เมตร/วินาที)

h เป็นความลึกของน้ำที่สึนามิเคลื่อนตัวผ่าน (เมตร)

g เป็นอัตราเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก (๙.๘๑ เมตร/วินาที^๒)

ดังนั้น ถ้าทราบความลึกของน้ำ จะสามารถคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนตัวของสึนามิได้โดยง่าย ตัวอย่าง ตามตารางที่ ๕ - ๗

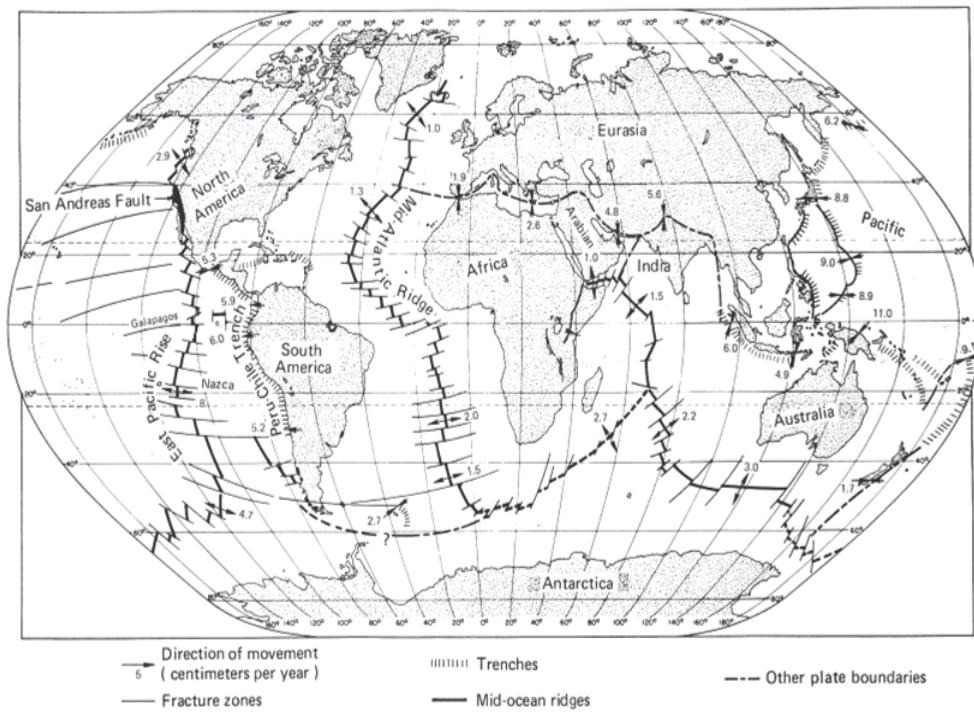
ความลึกน้ำ (เมตร)	ความเร็วของสีนามิ		หมายเหตุ
	เมตร/วินาที	กิโลเมตร/ชั่วโมง	
๑๐	๕'.๙'	๓๖	ชายฝั่งทั่วไป
๒๐	๑๔.๐	๕๐	อ่าวไทยตอนบน และบริเวณชายฝั่ง
๑๐๐	๓๑.๓	๑๑๗	จุดที่ลึกสุดในอ่าวไทย (๔๔ เมตร)
๒๐๐	๔๔.๓	๑๕๕'	เขตไทรทวีป
๓,๐๐๐	๑๔๐.๐	๕๐๔	จุดที่ลึกที่สุด(๒,๕๐๐ เมตร) ในทะเลฝั่งตะวันตก ของประเทศไทย (ทะเลอันดามัน)
๔,๐๐๐	๑๙๔.๑	๗๑๗	ความลึกเฉลี่ยของมหาสมุทร (๓.๙ กิโลเมตร)
๑๐,๐๐๐	๓๑๓.๒	๑,๑๙๗	หุบเหวใต้สมุทรต่างๆ

ตารางที่ ๕ - ๗ แสดงความเร็วของสีนามิที่ความลึกต่างๆ

เมื่อสีนามิเคลื่อนตัวเข้าสู่ที่ตื้น ความเร็วในการเคลื่อนที่และความยาวของคลื่นจะลดลงพร้อมๆ กับการยกตัวสูงขึ้นของยอดคลื่น โดยขณะที่สีนามิเคลื่อนตัวช้าลงเมื่อเข้าสู่ที่ตื้น แต่พลังงานของสีนามิซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วและความสูงของคลื่นมิได้ลดลงมากนัก เนื่องจากขณะที่ความเร็วของสีนามิลดลงจากการที่ความลึกน้ำลดลงความสูงของสีนามิกับสูงขึ้นมาก คลื่นที่มีองไม้มีเห็นในทะเลสามารถยกตัวขึ้นสูงได้หลายเมตรที่บริเวณใกล้ฝั่ง บางครั้งยกตัวสูงถึง ๓๐ เมตร หรือมากกว่า เมื่อสีนามิเข้าถึงชายฝั่งจะมีปรากฏการณ์ระดับน้ำในทะเลเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว ตามด้วยคลื่นท้าแตกเป็นแนวยาวสุดลูกตาจำนวนหลายชุด สีนามิเริ่มสูญเสียพลังงานมากขึ้นขณะที่พุ่งขึ้นบนฝั่ง บางส่วนของคลื่นสะท้อนกลับเมื่อประทับฝั่ง บางส่วนที่เคลื่อนตัวอยู่บนฝั่งพลังงานจะแพร่กระจายไปกับแรงเสียดทานที่พื้นดิน และลิงกีดขวางต่างๆ รวมทั้งกระแสน้ำที่ไหลวน แม้จะสูญเสียพลังงานไปบางส่วนดังกล่าว แต่สีนามิยังคงมีพลังงานมหาศาลที่มีคักษภาพในการทำลายสูงมากต่อมวลทรัพยากรากษาด้วยความสามารถที่สะสมมาหลายลิบปีตันไม้และพืชพรรณไม้ตามชายฝั่ง สีนามิสามารถท่อมพื้นที่ลึกเข้าไปบนฝั่งได้หลายร้อยเมตร ความรุนแรงจากแรงกระแทกของมวลน้ำที่เคลื่อนตัวไปอย่างรวดเร็ว สามารถทำลายอาคารบ้านเรือน ยานพาหนะ และลิ่งก่อสร้างต่างๆ ให้เกิดความเสียหายได้อย่างใหญ่หลวง

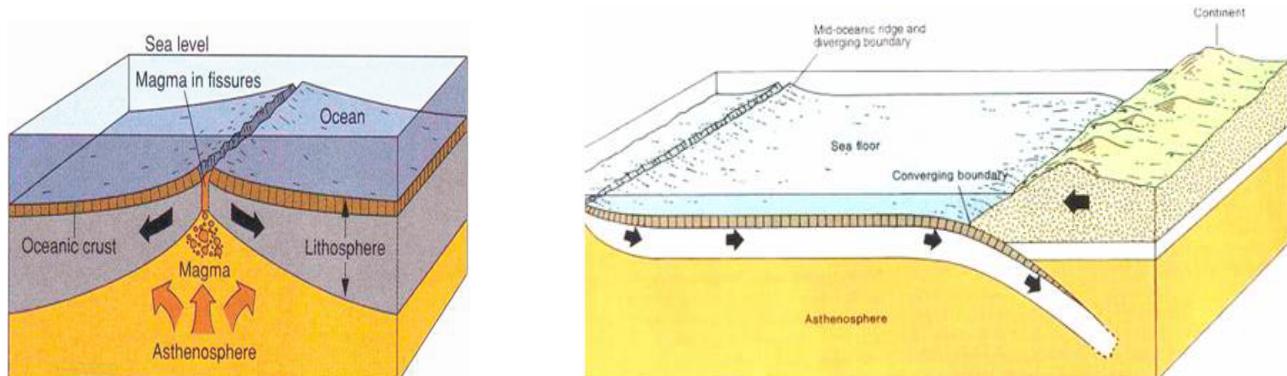
๕.๕.๔ สาเหตุการเกิดสีนามิ

- สีนามิ เกิดขึ้นเมื่อ มวลน้ำทะเลปริมาตรมหาศาล ถูกผลักดันให้เคลื่อนตัวออกจากตำแหน่งเดิมอย่างฉับพลัน ด้วยพลังงานมหาศาล มวลน้ำทะเลจึงกระเจิงตัวออกเป็น สีนามิ โดยสีนามิเกิดได้จากสาเหตุหลายประการ เช่น
- ก. การระเบิดอย่างรุนแรงของภูเขาไฟ เช่น เหตุการณ์ที่ กรากาต้า Krakatoa เมื่อปี พ.ศ.๒๔๗๖ (ค.ศ. ๑๘๘๓)
 - ข. แผ่นดินถล่ม เช่น เหตุการณ์ที่ อ่าวชา GAM ญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ.๒๔๗๖ (ค.ศ. ๑๘๘๓)
 - ค. ทินถล่มคลื่นในอ่าวหรือมหาสมุทร เช่น เหตุการณ์ที่ อ่าวลิทูยา อลัสกา เมื่อปี พ.ศ.๒๔๗๖ (ค.ศ. ๑๘๘๓)
 - ง. การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก จากแผ่นดินไหว เช่น เหตุการณ์ที่ อลัสกา เมื่อปี พ.ศ.๒๕๐๗ (ค.ศ. ๑๘๘๕)



ภาพที่ ๕ - ๕ แนวรอยเลื่อนบนเปลือกโลก

ลึกมิลวนให้กลับเกิดจากแผ่นดินไหวในทะเลหรือการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกใต้ทะเลอย่างฉับพลัน เนื่องจากเปลือกโลกซึ่งเป็นของแข็งแต่มีความหนาแน่นต่ำ กล่าวคือเปลือกหิวป (Continental Crust) มีความหนาแน่นประมาณ ๒.๔ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และเปลือกสมุทร (Oceanic Crust) มีความหนาแน่นประมาณ ๓.๐ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร loyalty ตัวอยู่บนหินหนืด (Mantle) ซึ่งเป็นของไหหลีมีความร้อนสูง (๑,๕๐๐ - ๓,๐๐๐ องศาเซลเซียส) และมีความหนาแน่นสูง (ประมาณ ๓.๗ กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) เปลือกโลกมีได้ติดต่อเป็นผืนเดียวกันโดยตลอด แต่มีลักษณะคล้ายรอยบริหรือที่เรียกว่าแนวรอยเลื่อนเป็นล่วนๆ ซึ่งตามแนวรอยเลื่อนนี้ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา โดยเมื่อ ๒๐๐ ล้านปีก่อน นักธรณีวิทยาลัตนิษฐานว่าพื้นทวีปติดต่อกันเป็นผืนเดียว ต่อมาจึงมีการเคลื่อนตัวแยกออกจากกันอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และในปัจจุบันเปลือกโลกซึ่งแยกออกเป็นชิ้นล่วน (Plate) ยังคงมีการเคลื่อนตัวอยู่ จากภาพแนวรอยเลื่อนบนเปลือกโลกแสดงให้เห็นว่า บริเวณตะวันตกของเกาะสุมารามีการเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ปีละประมาณ ๖ เซนติเมตร

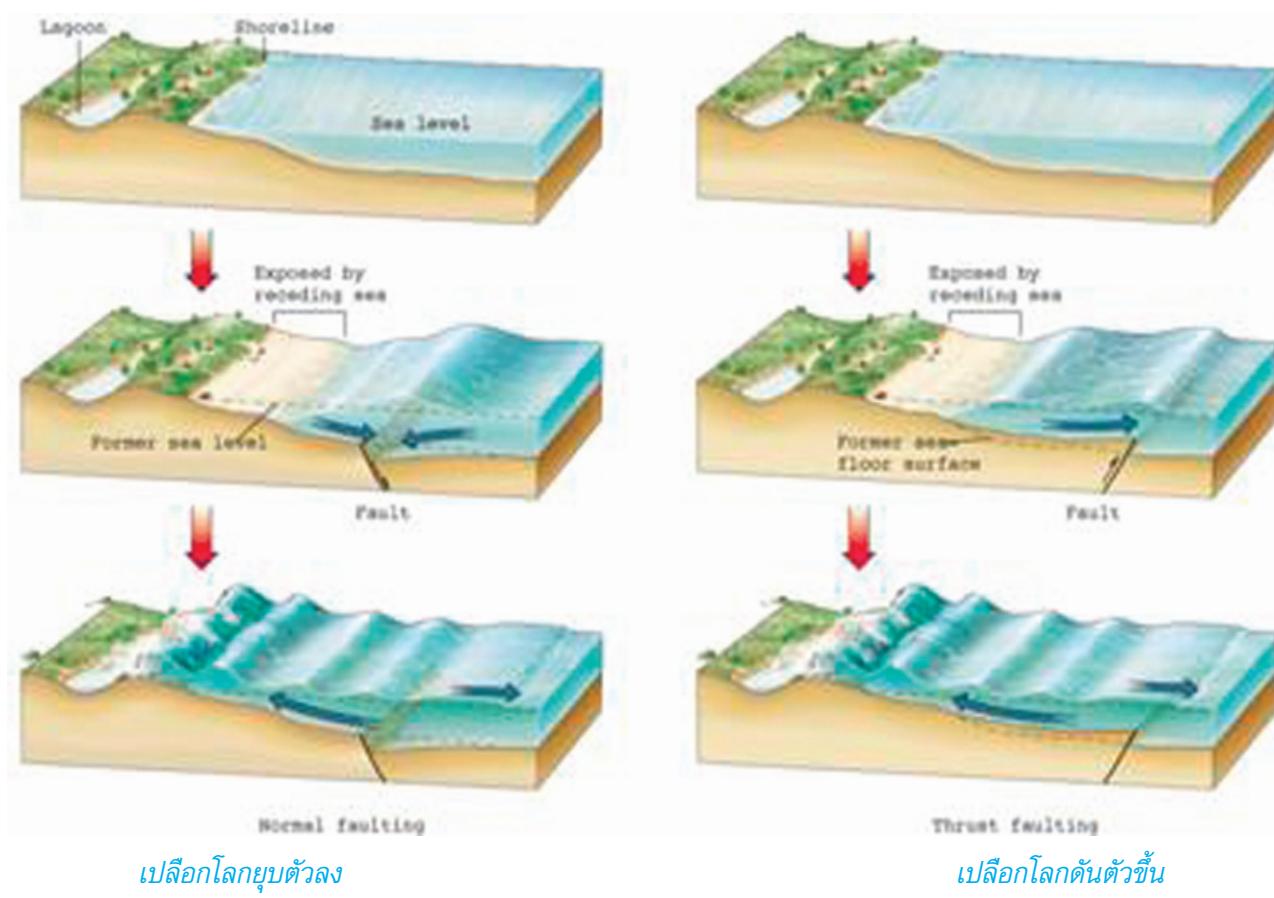


เปลือกโลกเคลื่อนตัวแยกออกจากกัน

เปลือกโลกเคลื่อนตัวชนกันแผ่นด้านข้างมุ่ดตัวลงให้แผ่นด้านขวา

ภาพที่ ๕ - ๖ ลักษณะการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก

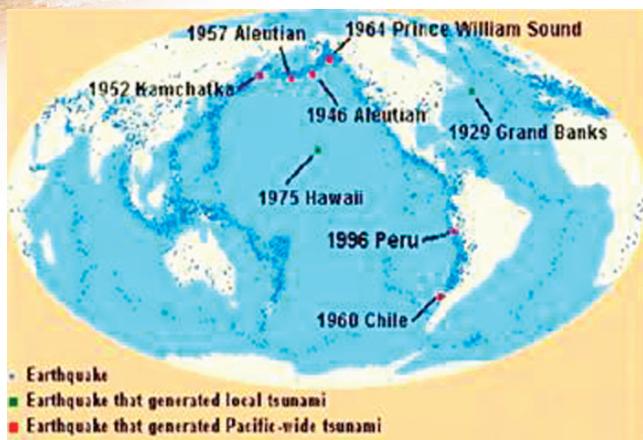
การเคลื่อนที่ของเปลือกโลกโดยทั่วไป มี ๓ ลักษณะ คือ การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกสองแผ่น เคลื่อนที่เข้าหากัน หรือเคลื่อนตัวชนกัน โดยเปลือกโลกแผ่นหนึ่งมุ่งเข้าให้อีกแผ่นหนึ่ง การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่สวนทางกันและการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่แยกออกจากกัน โดยแผ่นดินไหวชนิดที่ก่อให้เกิดสึนามิมักเป็นแผ่นดินไหวชนิดเปลือกโลกเคลื่อนตัวชนกัน หรือเคลื่อนที่แยกออกจากกัน และมีแนวเปลือกโลกยุบตัวลงหรือถูกดันตัวขึ้นอย่างชัดเจนขณะแผ่นดินไหว ทำให้น้ำทะเลขริมมหาศาลถูกดันขึ้นหรือทรุดตัวลงอย่างชัดเจน พลังงานจำนวนมหาศาลถูกถ่ายเทออกไปให้เกิดการเคลื่อนตัวของมวลน้ำทะเลขจำนวนมหาศาลไปเป็น สึนามิ โดยที่สึนามิที่เคลื่อนตัวอยู่ในทะเล็ก จะดูไม่ต่างไปจากคลื่นทั่วๆ ไปเลยเนื่องจากในทะเล็กสึนามิมีความสูงเพียง ๒๐ - ๓๐ เชนติเมตรเท่านั้น จึงไม่สามารถลังเกตได้ด้วยวิธีปกติ แม้แต่คนบนเรือที่อยู่ในทะเล็กซึ่ง สึนามิ เคลื่อนผ่านได้ท่องเรือไป ก็จะไม่รู้สึกอะไร



ภาพที่ ๕ - ๗ สึนามิที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก

๕.๔.๕ การเกิดสึนามิที่ผ่านมา

สาเหตุของการเกิดสึนามิส่วนใหญ่มักเกิดจากแผ่นดินไหว ไม่ว่าจะเป็นแผ่นดินไหวในมหาสมุทรหรือแผ่นดินไหวบนแผ่นดินไกล้มหาสมุทรก็ตาม ส่วนสึนามิที่เกิดจากแผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด หรือจากวัตถุนอกรอตอกใส่น้ำพบค่อนข้างน้อย และมหาสมุทรที่เกิดสึนามิบ่อยกว่าที่อื่นๆ คือมหาสมุทรแปซิฟิก ทั้งนี้ เพราะตามแนวขอบทวีปของมหาสมุทรแปซิฟิกเป็นแนวที่เปลือกโลกเปราะบาง และมีอัตราการเคลื่อนตัวสูงกว่าที่อื่น จึงเกิดแผ่นดินไหวได้ง่าย แนวแผ่นดินไหวรอบมหาสมุทรแปซิฟิกนี้จึงถูกเรียกว่า วงแหวนแห่งไฟ (Ring of Fire) และเมื่อถนนมหาสมุทรแปซิฟิกเกิดแผ่นดินไหวบ่อยครั้งก็ย่อมเกิดสึนามิมากกว่าบริเวณอื่นๆ ของโลก



ภาพที่ ๕ - ๔ แนวเกิดแผ่นดินไหวและเกิดสึนามิ

ในภาพที่ ๕ - ๔ ได้แสดงจุดต่างๆ บนโลกที่เกิดสึนามิครั้งร้ายแรงในช่วงศตวรรษนี้ พื้นน้ำที่อยู่กลางภาคคือบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก จุดสึนามิเงินเข้มที่เรียงต่อกันเป็นแนวยาวตามแนวขอบทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นคือแนวแผ่นดินไหวที่เรียกว่าวงแหวนแห่งไฟ จะลังเกตเห็นว่าสึนามิครั้งร้ายแรงส่วนใหญ่เกิดอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิกตามแนววงแหวนแห่งไฟ และทะเลอันดามันด้านฝั่งตะวันตกของภาคใต้ของประเทศไทยก็มีแนวแผ่นดินไหวซึ่งเชื่อมต่อกันโดยนีเชีย ดังนั้นชายฝั่งตะวันตกของภาคใต้จึงมีโอกาสเผชิญกับสึนามิได้เช่นกันหากเกิดแผ่นดินไหวขึ้นในทะเลอันดามันแห่ง

ดินไหวขนาดใหญ่ที่ทำให้เกิดสึนามิ นับแต่ปี พ.ศ.๒๔๔๓ (ค.ศ. ๑๙๘๐) เป็นต้นมา ได้แก่

- ก. แผ่นดินไหวที่ชิลี เมื่อปี พ.ศ.๒๔๕๐ (ค.ศ. ๑๙๙๐) ขนาด ๙.๕ ริกเตอร์
- ข. แผ่นดินไหวที่ พรินล์วิลเลียม ชาวแนตต์ รัฐอลาสกา สหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ.๒๕๐๗ (ค.ศ.๑๙๖๔) ขนาด ๙.๒ ริกเตอร์

ค. แผ่นดินไหวที่เกาะแอนเดรียนอฟ รัฐอลาสกา สหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ.๒๕๐๐ (ค.ศ.๑๙๕๗) ขนาด ๙.๑ ริกเตอร์

ง. แผ่นดินไหวที่แหลมคัมชัตคา รัสเซีย เมื่อปี พ.ศ.๒๕๔๕ (ค.ศ. ๑๙๘๒) ขนาด ๙.๐ ริกเตอร์

จ. แผ่นดินไหวที่อินโดนีเซีย เมื่อปี พ.ศ.๒๕๔๗ (ค.ศ.๑๙๐๕) ขนาด ๙.๐ ริกเตอร์

๕.๙ การเกิดสึนามิเมื่อวันที่ ๒๖ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๔๗

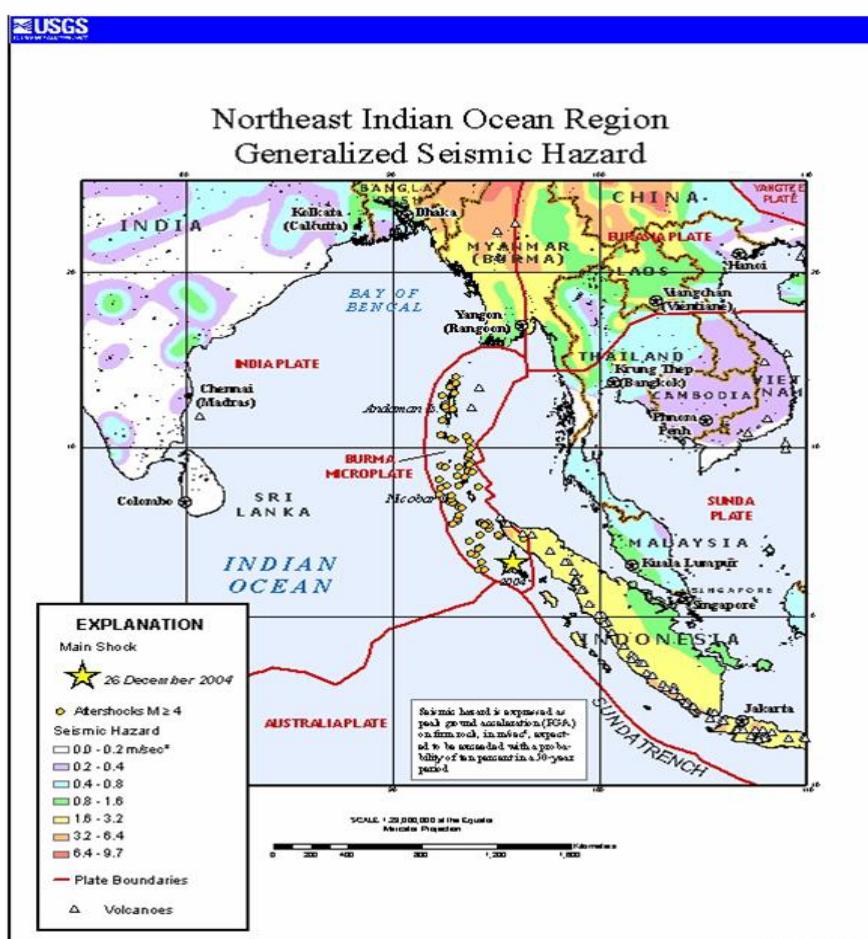
เมื่อวันอาทิตย์ที่ ๒๖ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๔๗ เวลา ๐๗๕๕ ตามเวลาท้องถิ่นของอินโดนีเซีย (เวลาเดียวกับประเทศไทย) ได้เกิดแผ่นดินไหว ขนาดความรุนแรง ๙.๐ ริกเตอร์ บริเวณหัวไปทางตะวันตกของเกาะสุมatra ประเทศอินโดนีเซีย ประมาณ ๑๙๐ กิโลเมตร ที่ความลึก ๓๐ กิโลเมตร จากระดับน้ำทะเล โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่ ละติจูด ๓°๑๙' เหนือ ลองจิจูด ๓๕°๔๑.๔' ตะวันออก ในเบื้องต้นมีการรายงานว่ามีความแรง ๖.๕ ริกเตอร์ ขณะที่ศูนย์เตือนภัยสึนามิภาคพื้นแปซิฟิกที่ สาวยะ รายงานความรุนแรง ๕.๕ ริกเตอร์ หลังการเกิดแผ่นดินไหวไม่นานนัก และหน่วยสำรวจทางธรณีของสหรัฐอเมริการายงานความรุนแรงในเบื้องต้นไว้ ๕.๑ ริกเตอร์ ต่อมากลังจากการวิเคราะห์แล้วได้ปรับแก้เป็น ๕.๕, ๕.๙ และในที่สุดปรับเป็น ๙.๐ ริกเตอร์ นับเป็นแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรงเป็นลำดับที่ ๔ นับตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๔๔๓ (ค.ศ. ๑๙๘๐) ซึ่งเท่ากับความรุนแรงของการไหว้แหลมคัมชัตคา รัสเซียเมื่อปี พ.ศ.๒๕๔๕ (ค.ศ. ๑๙๘๒) ก่อให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่ สร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินของพลเมืองประเทศไทยต่างๆ ที่ตั้งอยู่ชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย บังคลาเทศ ศรีลังกา อินเดีย มาลดีฟ โซมาเลีย เคนยา แทนซาเนีย เกาะมาดากัสการ และแอฟริกาใต้ ซึ่งอยู่ห่างจากศูนย์กลางแผ่นดินไหวถึง ๔,๐๐๐ กิโลเมตร รวมทั้งสร้างความเสียหายแก่ ๖ จังหวัดภาคใต้ทางฝั่งตะวันตกของประเทศไทยด้วย นับเป็นสึนามิที่คร่าชีวิตมนุษย์มากที่สุดในประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติ คือเกือบ ๓๐๐,๐๐๐ คน

บริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวนี้เป็นแนวปะทะระหว่างเปลือกโลกแผ่นอินเดีย (India Plate) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Indo-Australian Plate และแผ่นพม่า (Burma Plate) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Eurasian Plate โดยสภาวะปกติแผ่นอินเดียเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เจลี่ยปีละประมาณ ๖ เซนติเมตร ในช่วงที่จะเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่นั้นแผ่นอินเดียมุดตัวลงจนลงไปใต้แผ่นพม่าตามแนวหมู่เกาะนิโคบาร์ หมู่เกาะอันดามันตลอดไปจนถึง

ตอนเหนือของเกาะสุมาตรา ขณะที่แผ่นอนินเดียjmลึกลงไปใต้แผ่นพม่ามากขึ้นๆ พลังความร้อนและพลังความกดดันที่สะสมอยู่จึงปะทุออกมาย่างรุนแรงและฉับพลันทำให้เกิดแผ่นดินไหวเป็นแนวยาวประมาณ ๑,๖๐๐ กิโลเมตร เริ่มจากตอนเหนือของเกาะสุมาตรา ขึ้นเหนือไปยังหมู่เกาะอันดามันและหมู่เกาะนิโคบาร์

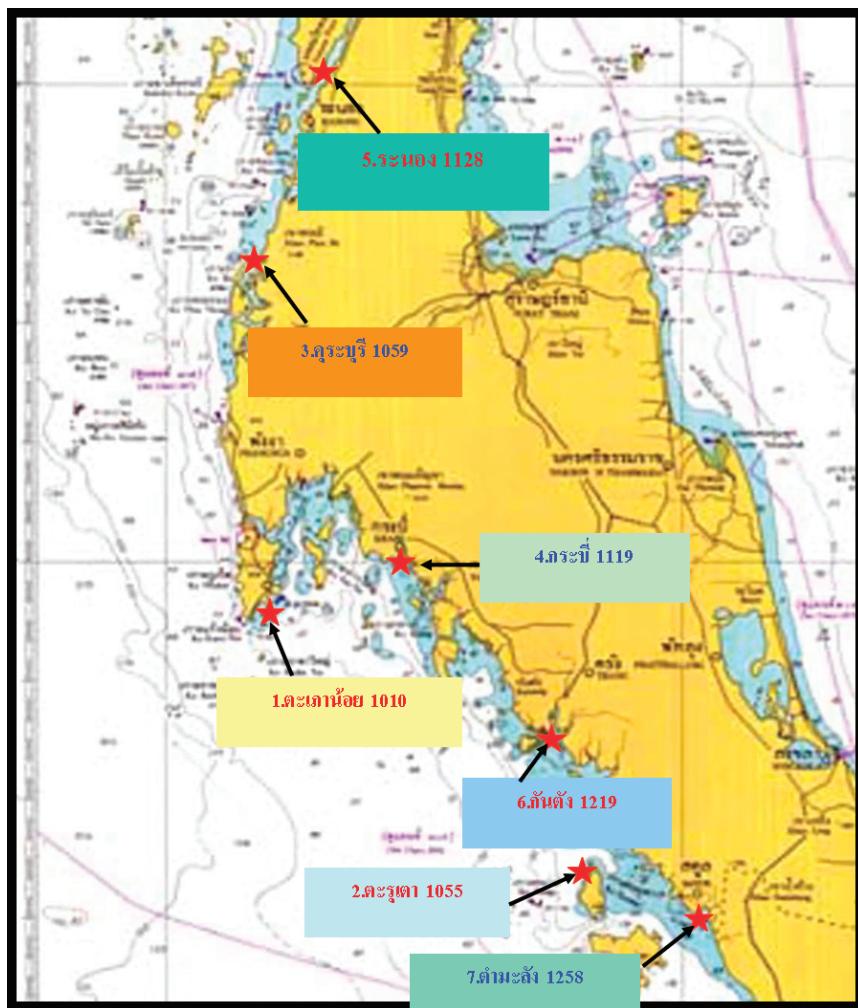


ภาพที่ ๕ - ๙ ประเทศที่ได้รับความเสียหายจากสึนามิ



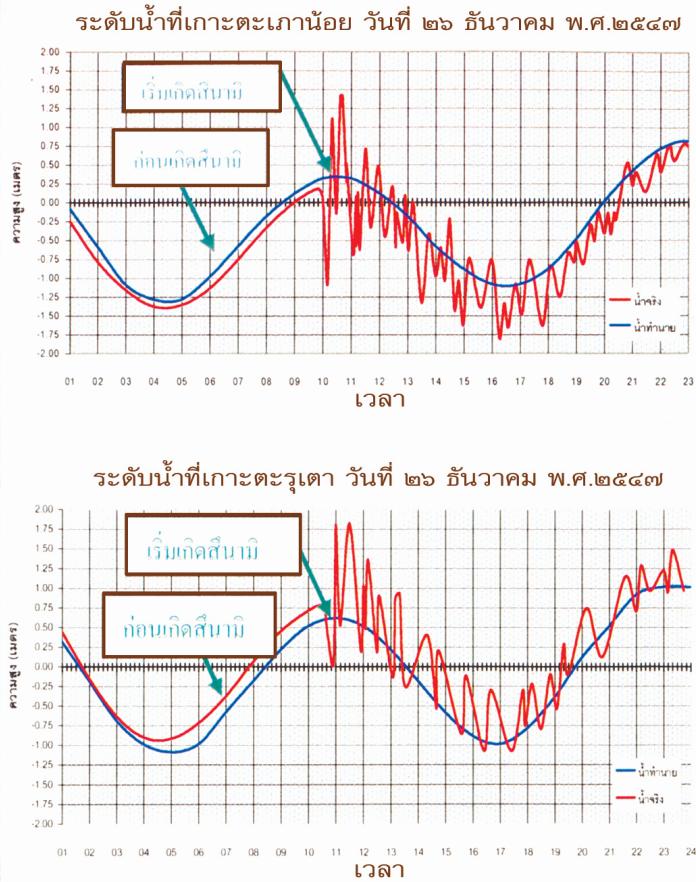
ภาพที่ ๕ - ๑๐ บริเวณที่เกิดแผ่นดินไหว

ในช่วงที่ลีนามิเคลื่อนตัวมาถึงชายฝั่ง ๖ จังหวัดภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย ได้เกิดปรากฏการณ์ ระดับน้ำทะเลขลดลงจากการดับปกติอย่างฉับพลันในเวลาไม่กี่นาที ระดับน้ำลดลง ๐.๕ - ๑.๕ เมตร ก่อนที่ระดับน้ำจะเพิ่มกลับขึ้นมาจนสูงกว่าระดับที่ลดลงในระยะแรกกว่าเท่าตัวในเวลา ๕ - ๑๐ นาที โดยปรากฏการณ์ระดับน้ำลดลงอย่างฉับพลัน เกิดที่เกาะตะเกาน้อย จ.ภูเก็ต เมื่อเวลา ๑๐๐๐ หลังจากนั้นอีก ๔๔ นาที จึงเกิดที่เกาะตะรุเตา จ.สตูล จากนั้นอีก ๔ นาที จึงเกิดที่ชายฝั่ง อ.คุระบุรี จ.พังงา อีก ๒๐ นาทีต่อมา จึงเกิดที่ชายฝั่ง จ.กระบี่ อีก ๘ นาทีต่อมา จึงเกิดที่ปากน้ำระนอง จ.ระนอง หลังจากนั้นอีก ๕๐ นาที จึงเกิดที่ปากน้ำกันดัง จ.ตรัง และอีก ๓๙ นาทีต่อมาจึงเกิดที่ปากน้ำดำเนลัง จ.สตูล



ภาพที่ ๕ - ๑๐ ลำดับช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์ระดับน้ำทะเลขลดลงอย่างฉับพลันตามแนวชายฝั่งของประเทศไทย

ตัวอย่างกราฟน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ ตรวจวัดและบันทึกข้อมูลไว้ในช่วงที่เกิดลีนามิ ๒ สถานี คือ ที่เกาะตะเกาน้อย จ.ภูเก็ต (ละติจูด $7^{\circ} 45' 45''$ เหนือ ลองจิจูด $97^{\circ} 45' 30''$ ตะวันออก) และ เกาะตะรุเตา จ.สตูล (ละติจูด $6^{\circ} 47' 09''$ เหนือ ลองจิจูด $97^{\circ} 37' 00''$ ตะวันออก) แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่ผิดปกติในช่วงเกิดลีนามิ โดยที่เกาะตะเกาน้อย และเกาะตะรุเตา อยู่ห่างกันประมาณ ๑๐๐ ไมล์ทะเล (๑๗๕ กิโลเมตร) ลีนามิเกิดที่เกาะตะเกาน้อยก่อนเกาะตะรุเตา ประมาณ ๔๐ - ๔๔ นาที โดยร่องคลื่น (น้ำขึ้นสูงเต็มที่) ระลอกแรกถึงเกาะตะเกาน้อยเมื่อ เวลา ๑๐๐๐ และถึงเกาะตะรุเตา เวลา ๑๐๔๔ ขณะที่ยอดคลื่น (น้ำขึ้นสูงเต็มที่) ระลอกแรกถึงเกาะตะเกาน้อย เวลา ๑๐๙๐ และถึงเกาะตะรุเตา เวลา ๑๐๐๐



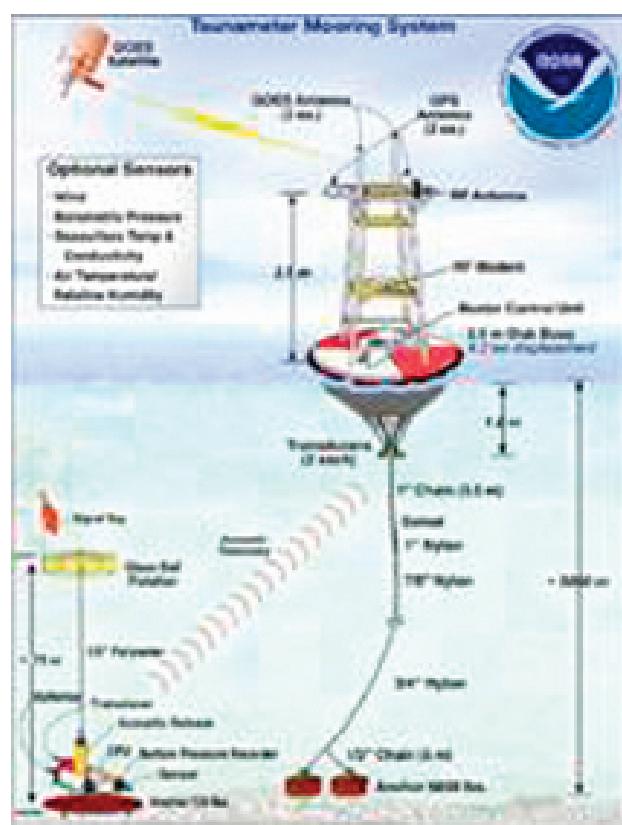
ภาพที่ ๔ - ๑๒ กราฟแสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในช่วงที่เกิดสึนามิ

๔.๔.๗ ระบบเตือนภัยสึนามิ (Tsunami Warning System: TWS) ภาคพื้นแปซิฟิก

เนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรือแผ่นดินถล่มใต้น้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดสึนามิ เป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำนายได้ จึงยังไม่สามารถพยากรณ์สึนามิได้ล่วงหน้า เช่นเดียวกัน แต่สึนามิสามารถเคลื่อนตัวผ่านมหาสมุทรได้เป็นระยะทางนับหมื่นกิโลเมตร ดังนั้น จุดที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดสึนามิจึงอาจมีเวลาอพยพหนีภัยสึนามิได้ เช่น การเกิดแผ่นดินไหวที่เกาะสุมatraที่ผ่านมา สึนามิใช้เวลาประมาณ ๒ ชั่วโมง ในการเคลื่อนตัวจากศูนย์กลางแผ่นดินไหวดังกล่าวถึงชายฝั่งเกาหลีใต้ และเมืองสึนามิเคลื่อนตัวเข้าสู่ที่ตื้นจะเกิดปรากฏการณ์ระดับน้ำทะเลลดลง หรือเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลัน ดังนั้น ถ้าสามารถตรวจจับการเกิดแผ่นดินไหวในทะเล ตรวจจับสึนามิในเขตน้ำลึกของชายฝั่ง รวมทั้งตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่ผิดปกติได้ก่อนที่สึนามิจะมาถึงก็จะมีเวลาในการหนีภัยสึนามิได้ ประเทศไทยในแถบมหาสมุทรแปซิฟิกรวม ๒๖ ชาติ จึงร่วมกันจัดตั้งศูนย์เตือนภัยสึนามิขึ้น โดยติดตั้งสถานีวัดความสั่นสะเทือนสำหรับตรวจจับแผ่นดินไหวในทะเล ติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำตามแนวชายฝั่งต่างๆ และติดตั้งเซนเซอร์ใต้น้ำในทะเลลึก (ประมาณ ๒,๐๐๐ เมตร) สำหรับตรวจจับสึนามิศูนย์เตือนภัยสึนามิดังกล่าว มีภารกิจในการติดตามตรวจสอบการเกิดแผ่นดินไหวในทะเล ตรวจสอบสึนามิในทะเลลึก และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในบริเวณเขตแปซิฟิก เพื่อใช้ประเมินศักยภาพการเกิดสึนามิ และให้ข้อมูลข่าวสารการเตือนภัยสึนามิ โดยศูนย์เตือนภัยสึนามิภาคพื้นแปซิฟิก มีศูนย์กลางอยู่ใกล้เมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี สาธารณรัฐไทย



ภาพที่ ๕ - ๓๗ ระบบเตือนภัยสึนามิในมหาสมุทรแปซิฟิก



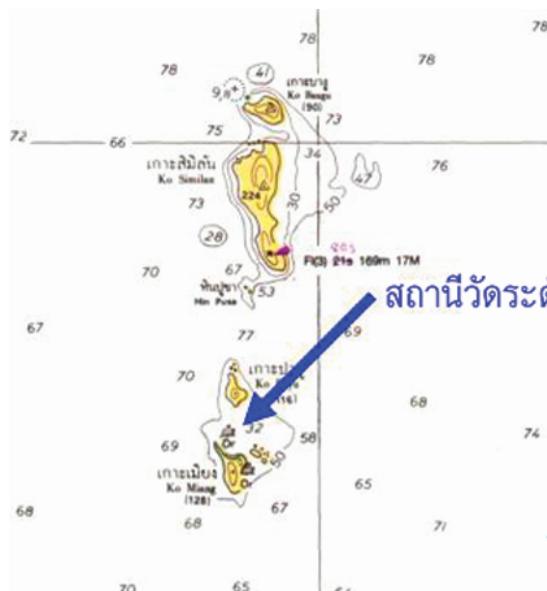
ภาพที่ ๕ - ๓๘ เครื่องมือตรวจจับสึนามิในทะเลลึก

ศูนย์เตือนภัยสึนามิภาคพื้นแปซิฟิกในขยายจะมีแฉลงการณ์เกี่ยวกับการเกิดสึนามิ ๒ แบบ คือการเฝ้าระวังและการเตือนภัย โดยแฉลงการณ์เกี่ยวกับการเฝ้าระวังเรื่องสึนามิจะใช้มือเกิดแผ่นดินไหวใต้น้ำขนาดตั้งแต่๖.๗๕ ริกเตอร์ หรือมากกว่านั้น ส่วนการแฉลงการณ์เตือนภัยจะกระทำต่อเมื่อได้ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำ ซึ่งปัจจุบัน ศักยภาพที่สามารถก่อให้เกิดสึนามิได้ ทั้งนี้ร้อยละ ๗๕ ของการเตือนภัย ตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๕๐ (ค.ศ.๑๙๘๗) เป็นต้นมา เป็นการเตือนภัยที่ผิดพลาด ตัวอย่างการเตือนภัยผิดพลาดเมื่อปี พ.ศ.๒๕๕๐ (ค.ศ.๑๙๘๗) ที่ย้อนโนลูญ ซึ่งต้องอพยพผู้คนหนีภัยสึนามิ แต่สึนามิไม่เกิดทำให้ลื้นค่าใช้จ่ายในการอพยพกว่า ๓๐ ล้านเหรียญสหราชอาณาจักร

๕.๔.๔ ระบบเตือนภัยสึนามิชั่วคราวของประเทศไทย

ในส่วนของประเทศไทยหลังจากเกิดสึนามิซึ่งทำความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินจำนวนมากแล้ว รัฐบาล จึงมีนโยบายที่จะติดตั้งระบบเตือนภัยขึ้น แต่ในระหว่างที่ระบบเตือนภัยถูกติดตั้งอยู่ รัฐบาลยังไม่ได้รับบริการ กรมอุตุนิยมวิทยา ได้รับมอบหมายให้ติดตั้ง สถานีวัดระดับน้ำชั่วคราวที่ เกาะเมียง หมู่เกาะลิมิลัน จ.พังงา เพื่อตรวจสอบสึนามิตั้งแต่ นอกชายฝั่งทะเล สถานีวัดระดับน้ำชั่วคราวนี้ใช้เครื่องวัดระดับน้ำแบบวัดความกดดันน้ำ (Pressure Sensor) ติดตั้งที่บริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะเมียง ที่ลักษณะเป็นร่องแคบ มีความกว้าง ๔๐ เมตร และลึก ๑๐ เมตร ตะวันออก และส่งข้อมูลผ่านวิทยุโมเด็มไปแสดงผลในลักษณะ Real Time ที่สำนักงานชั่วคราวบนเกาะเมียง

เกาะเมียงอยู่ห่างจากฝั่ง จ.พังงา ประมาณ ๓๕ ไมล์ทะเล (๖๕ กิโลเมตร) ระหว่างเกาะเมียงกับชายฝั่ง จ.พังงา มีความลึกน้ำสูงสุดประมาณ ๔๐ เมตร ในกรณีที่สึนามิเคลื่อนตัวเข้ามาในแนวตั้งจากกันชายฝั่ง สึนามิจะเคลื่อนตัวถึงเกาะเมียง ก่อนถึงชายฝั่ง จ.พังงา ประมาณ ๔๐ นาที ระบบเตือนภัยสึนามิชั่วคราวนี้นอกจากจะประกอบด้วยสถานีวัดระดับน้ำเกาะเมียงแล้ว ยังมีสถานีวัดความลึกทะเลอีก ๒ แห่ง ของกรมอุทกศาสตร์และศูนย์ปฏิบัติการทัพเรือภาคที่ ๓ ร่วมปฏิบัติงานด้วย



สถานีวัดระดับน้ำชั่วคราวที่เกาะเมียง

ภาพที่ ๕ - ๐๕ สถานที่ตั้งสถานีวัดระดับน้ำชั่วคราว
เกาะเมียง หมู่เกาะลิมิลัน

ภาคตรวจวัด และบันทึกข้อมูล



ภาครับ และแสดงผลข้อมูล



ภาพที่ ๕ - ๐๖ ส่วนประกอบของเครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำ แบบวัดความกดดันน้ำ

ทั้งนี้เมื่อสถานีวัดความลับสั่นสะเทือน จ.เชียงใหม่ ตรวจจับแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ (ตั้งแต่ ๖.๕ ริกเตอร์ขึ้นไป) ในทะเลอันดามันหรือมหาสมุทรอินเดียก็จะแจ้งให้เจ้าหน้าที่สถานีวัดระดับน้ำเกาะเมียงและศูนย์ปฏิบัติการทัพเรือภาคที่ ๓ ทราบ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการติดตามเตือนภัย เมื่อได้รับแจ้งแล้วเจ้าหน้าที่สถานีวัดระดับน้ำเกาะเมียง จะทำการเฝ้าตรวจการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอย่างต่อเนื่อง เมื่อพบว่าระดับน้ำลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติในเวลาอันรวดเร็ว ก็จะแจ้งไปยังศูนย์ปฏิบัติการทัพเรือภาคที่ ๓ เพื่อแจ้งเตือนภัยสึนามิให้กับประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทันที โดยระบบนี้ถือเป็นระบบเตือนภัยสึนามิแห่งแรกของประเทศไทย และจะปฏิบัติงานเตือนภัยสึนามิไปจนกว่ารัฐบาลจะติดตั้งระบบเตือนภัยสึนามิในการเสร็จเรียบร้อย

๕.๔.๙ สถานีวัดระดับน้ำเพื่อการเตือนภัยสึนามิของประเทศไทย

นอกจากการติดตั้งระบบเตือนภัยสึนามิช่วงระหว่างแล้ว กรมอุตุศาสตร์ยังได้วางบประมาณโครงการฟื้นฟูและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและชุมชนพื้นที่ประสบภัยพิบัติภัย ระยะเร่งด่วนจากการรัฐบาลในการ



ภาพที่ ๕ - ๐๗ สถานที่ติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำผ่านทะเลอันดามัน ของกรมอุตุศาสตร์

ติดตั้งและปรับปรุงสถานีวัดระดับน้ำในทะเลอันดามันจำนวน ๘ สถานี คือ บริเวณ ปากน้ำระนอง จ.ระนอง เกาะสุรินทร์ จ.พังงา ครุระบุรี จ.พังงา อ่าวทับละมุ จ.พังงา เกาะลิมลัน จ.พังงา เกาะตะเกาน้อย จ.ภูเก็ต เกาะราชาโน้อย จ.ภูเก็ต ปากน้ำกันตัง จ.ตรัง และเกาะตะรุเตา จ.สตูล สถานีวัดระดับน้ำทั้ง ๘ สถานีนี้ติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำ ระบบดิจิตอล โดยสถานีวัดระดับน้ำตามเกาะนอกชายฝั่ง ได้แก่ เกาะสุรินทร์ เกาะเมียง และเกาะราชาโน้อย ใช้เครื่องวัดระดับน้ำแบบความกดดันน้ำ ซึ่งสามารถส่งข้อมูลระดับน้ำใกล้เวลาจริง (Near Real Time) ผ่านระบบดาวเทียมไปแสดงผลที่กรมอุตุศาสตร์ ส่วนสถานีวัดระดับน้ำที่เหลือ ใช้เครื่องวัดระดับน้ำแบบทำงานด้วยคลื่นเลียง ซึ่งสามารถส่งข้อมูลระดับน้ำใกล้เวลาจริงผ่านระบบโทรศัพท์ไปแสดงผลที่กรมอุตุศาสตร์ และที่สำคัญในภาวะฉุกเฉิน เช่นเมื่อเกิดแผ่นดินไหวในทะเลผ่านอันดามัน ที่จะทำให้เกิดสึนามิ เจ้าหน้าที่กรมอุตุศาสตร์สามารถเรียกคืนข้อมูลระดับน้ำตามเวลาจริง เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำจากสึนามิได้ทันที โดยสึนามิจะเคลื่อนตัวถึงเกาะนอกชายฝั่ง เช่น เกาะเมียง ก่อนเคลื่อนตัวถึงชายฝั่งได้ไม่น้อยกว่า ๑๕ นาที ซึ่งระยะเวลา ๑๕ นาทีนี้ ถ้ามีระบบเตือนภัย หรือระบบกระจายข่าวที่ดี จะสามารถช่วยรักษาชีวิตและ

ทรัพย์สินของประชาชนได้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ระบบการตรวจวัดระดับน้ำนี้จะช่วยเสริมการทำงานระบบเตือนภัยสึนามิของรัฐบาลต่อไปด้วย

๕.๔.๑๐ ข้อควรทราบเกี่ยวกับสึนามิ

๕.๔.๑๐.๑ สึนามิที่ซัดเข้าหาชายฝั่งทะเล มักเกิดจากแผ่นดินไหว ซึ่งแผ่นดินไหวนี้อาจจะเกิดใน

บริเวณใกล้หรือไกลก็ตาม พึงระลึกไว้ว่าแผ่นดินไหวในทะเลไม่ได้ทำให้เกิดสึนามิทุกครั้งไปแต่ส่วนใหญ่ทำให้เกิดสึนามิขอให้เตรียมตัวที่จะต้องเผชิญกับคลื่นขนาดใหญ่ที่จะตามมา

๔.๔.๐.๒ แผ่นดินไหวเป็นลิ่งเตือนภัยทางธรรมชาติว่าอาจจะมีสึนามิขนาดใหญ่เกิดขึ้น จึงควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ร้าบ และชายฝั่งทะเล เมื่อรู้สึกว่าเกิดแผ่นดินไหว

๔.๔.๐.๓ ถ้าพบว่าน้ำในอ่าว ท่าเรือ และชายฝั่งลดลงทันทีทันใดเผยแพร่ให้เห็นพื้นท้องทะเล และทิ้งให้ปลา สัตว์ทะเล และเรือติดค้างอยู่ชายฝั่ง แสดงว่าจะเกิดสึนามิในอีก ๕ - ๓๐ นาทีข้างหน้า

๔.๔.๐.๔ สึนามิที่เคลื่อนที่ขึ้นสูง ไม่ได้มากลูกเดียว อาจมีลูกที่สองหรือสามตามมา จึงควรต้องหลีกเลี่ยงบริเวณที่ต้องเผชิญกับสึนามิ และเมื่อสึนามิขึ้นสูงแล้ว ควรรอดนเป็นที่แน่ใจว่าไม่มีลูกอื่นๆ ตามมา จึงสามารถลงมาในพื้นที่นั้นได้

๔.๔.๐.๕ สึนามิที่เคลื่อนที่เข้ามา บางครั้งสามารถลังเกตได้จากการขึ้น ลงของระดับน้ำชายฝั่งทะเล ซึ่งการขึ้น ลงอย่างผิดปกตินี้เป็นสัญญาณเตือนตามธรรมชาติ ที่ควรจะต้องค่อยเฝ้าดู

๔.๔.๐.๖ สึนามิขนาดเล็ก หรือเกิดขึ้นตามท้องถิ่นสามารถ มีอำนาจใจมตีได้หลายพันกิโลเมตร ต้องเฝ้าติดตามตลอดเวลา เพราะว่ายังสามารถเพิ่มขนาดใหญ่ได้

๔.๔.๐.๗ สึนามิบางลูกมีขนาดใหญ่มาก ในบริเวณชายฝั่งอาจมีความสูงถึง ๑๐ เมตรหรือมากกว่า

๔.๔.๐.๘ สึนามิสามารถซัดถล่ม บริเวณชายฝั่งทะเลที่อยู่ในระดับต่ำได้ทั้งหมด

๔.๔.๐.๙ สึนามิ ประกอบด้วยคลื่นขนาดใหญ่หลายร้อยรอก บ่อยครั้งที่คลื่นลูกแรกอาจจะไม่ใช่คลื่นที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

๔.๔.๐.๑๐ หลังจากที่เกิดคลื่นลูกแรก อันตรายที่เกิดจาก สึนามิอีกหนึ่งลูกอาจกินเวลาต่อมาอีกหลายชั่วโมง

๔.๔.๐.๑๑ สึนามิสามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็วกว่าที่คนจะวิงหนีได้ทัน

๔.๔.๐.๑๒ สึนามิบางลูก มีพลังความแรงมหาศาล คลื่นของมันสามารถพัดพาภ้อนหินขนาดใหญ่ ที่มีน้ำหนักหลายตันพร้อมทั้งเรือและชาวประมงหักพังอื่นๆ ขึ้นมาบนฝั่งในระยะหลายร้อยเมตร น้ำทะเลสามารถเคลื่อนที่ด้วยกำลังมหาศาล และสามารถทำลายอาคาร บ้านเรือน ที่อยู่อาศัย และทำให้ผู้คนบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้

๔.๔.๐.๑๓ สึนามิสามารถเกิดขึ้นเมื่อใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นในตอนกลางวันหรือกลางคืน

๔.๔.๐.๑๔ สึนามิ สามารถเคลื่อนตัวไปตามแม่น้ำหรือลำธารที่ไหลลงมหาสมุทรได้

๔.๔.๐.๑๕ หลังจากสึนามิสงบแล้ว ให้ตรวจสอบน้ำและอาหาร ก่อนบริโภค เพราะอาจติดเชื้อโรคได้ ตรวจสอบการร้าวแหล่งของก้าชและการลัดวงจรของไฟฟ้าก่อนเข้าบ้าน



ภาพที่ ๔ - ๑๔ สภาวะระดับน้ำลดลงอย่างฉับพลันขณะเกิดสึนามิ ก่อนที่คลื่นขนาดใหญ่จะตามมา

๕.๔.๑ ข้อควรปฏิบัติเมื่อต้องเผชิญกับ ลีนามิ

ถ้าคิดว่า ลีนามิ กำลังมา พื้นแผ่นดินล้นสะเทือนที่เท้า หรือได้ยินการเตือนภัย มีภัยแห่งความปลอดภัยเมื่อต้องเผชิญหน้ากับ ลีนามิ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อความอยู่รอดจริงควรปฏิบัติตั้งนี้

๕.๔.๑.๑ ในการณ์ที่อยู่บ้านฝั่ง

ก. ในกรณีที่อยู่ในบ้าน และได้ยินเสียงเตือนภัยเกี่ยวกับคลื่นลีนามิ ขอให้เชื่อว่าเกิด ลีนามิ จึงอย่าลังเลงลังในคำเตือนนั้น ควรแน่ใจว่าครอบครัว และคนที่อยู่ข้างเคียงทั้งหมดได้ยินเสียงเตือนภัยนั้น ถ้าอยู่ในบริเวณที่จะได้รับอันตรายจาก ลีนามิ ควรรีบพยุงครอบครัวไปยังสถานที่พยุงหรือสถานที่ปลอดภัยนอกเขตอันตรายในทันทีอย่างห่วงลึงของและพึงระวังว่าเมื่อได้รับการแจ้งเตือน ลีนามิอาจมาถึงในไม่กี่นาทีหรือไม่กี่วินาที นอกจากนั้น ควรปฏิบัติตามคำแนะนำของประกาศภาวะฉุกเฉินในท้องถิ่น หรือ กฎหมายที่ประกาศบังคับใช้

ข. ในกรณีที่อยู่ที่ชายหาดหรือใกล้ทะเลหรือแม่น้ำ เมื่อรู้สึกว่าแพ่นดินล้นสะเทือน ควรรีบไปยังพื้นที่ที่สูงกว่าโดยทันที โดยไม่ต้องรอเสียงประกาศเตือนภัย เนื่องจากลีนามิ ที่เกิดจากแพ่นดินไหวในท้องถิ่น สามารถโจรติดในบางบริเวณก่อนที่จะมีการประกาศเตือน

ค. ห้ามลงมาสู่ที่ต่ำ หรือที่ชายฝั่งเพื่อรอด ลีนามิ เพราะเมื่อเห็นลีนามิ นั่นแสดงว่า มันอยู่ใกล้มากแล้ว และจะไม่มีโอกาสหนีรอดพ้นได้

ง. ในกรณีที่มีเสียงเตือนภัยและไม่สามารถหนีเข้าฝั่งไปยังพื้นที่สูงด้วยความรวดเร็วได้ สามารถใช้ชั้นบนของโรงเรมคอนกรีตที่สูงหลายชั้น ซึ่งแม้จะตั้งอยู่บนบริเวณชายฝั่งในระดับต่ำ เป็นสถานที่ปลอดภัยที่สามารถใช้หลบภัยได้ อย่างไรก็ตาม บ้านและอาคารขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ในบริเวณชายฝั่งระดับต่ำ ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อต้านทานแรงกระแทกของ ลีนามิ จึงไม่ควรอยู่ในสถานที่เหล่านี้ เมื่อมีการเตือนภัย

จ. ถ้าหนีไม่ทัน ควรหาที่ที่มั่นคง เช่นตันไม้ใหญ่ เสาหลักต่างๆ แล้วปืนขึ้นไปให้สูงที่สุด พร้อมกับเกาะยึดไว้ให้มั่นคง หรือถ้าปืนขึ้นไปไม่ได้ให้เกาะยึดไว้ให้มั่นคง

ฉ. ในกรณีที่ที่ถูก ลีนามิโจรติดโดยไม่อาจหาที่กำบังหรือที่เกาะยึดได้ทัน เมื่อถูกคลื่นและกระเผลน้ำพัดพาไปจงพยายามเกาะต่ำโดยน้ำขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่จะเกาะยึดได้ และหันหลังให้คลื่น อย่าปล่อยให้คลื่นและกระเผลน้ำพัดพาไปตามยถากรรมโดยไม่มีที่เกาะยึด

ช. ลีนามิที่เกิดในสถานที่ที่ห่างไกลออกไป จะทำให้ผู้คนมีเวลาพอที่จะอพยพไปอยู่บ้านที่สูง แต่สำหรับลีนามิที่เกิดภายในเมืองริมชายฝั่งทะเล ซึ่งอาจรู้สึกได้ว่าแพ่นดินล้นสะเทือน กรณีนี้เวลาเพียงไม่กี่นาที ที่จะไปอยู่บ้านที่สูง จึงต้องรีบหนีโดยเร็ว



สรุปการหนีภัยสึนามิ

- ก. มุ่งหน้าขึ้นสูงที่สูง หรือมุ่งหน้าเข้าไปในแนวผ่านดิน อยู่ให้ห่างไกลชายฝั่งให้มากที่สุด
- ข. อาย่าห่วงสิ่งของ ห่วงชีวิตไว้ก่อน
- ค. อาย่าไว้วางใจ蹲น ถอนอาจเลี้ยงหายหรือจราจรสิดชัด
- ง. ถ้าขึ้นที่สูงไม่ทัน ขึ้นชั้นสูงของตึกหรือหลังคาตึก
- จ. ปืนตันไม่ใหญ่ ถ้าติดอยู่ในที่ต่ำและหนีไม่ทัน
- ฉ. ถ้าถูกคลื่นคาดไป ให้ปืนขึ้นบนวัตถุอยู่น้ำขนาดใหญ่

๕.๔.๑.๒ ในการณ์ที่อยู่บนเรือ

เนื่องจากในทะเลหรือมหาสมุทรเปิด หรือในเขตน้ำลึก สึนามิไม่มีอันตรายใดๆ เรือที่อยู่ในเขตน้ำลึกจะไม่รู้สึกเมื่อสึนามิเคลื่อนที่ผ่านเนื่องจากในเขตน้ำลึกสึนามิมีความสูงเพียง ๒๐ - ๓๐ เมตรติเมตรเท่านั้น แต่เมื่อสึนามิเข้าสูงที่ตื้นจะยกตัวสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว (อาจสูงได้ถึง ๓๐ เมตร) นอกจากนี้สึนามิสามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำอย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดกระแสน้ำหมุนวนที่เป็นอันตราย ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้ดังนั้นเรือต่างๆ ที่จอดอยู่ในเขตที่อาจมีอันตรายจากสึนามิควรจอดเรือในลักษณะที่หันหัวเรือออกทางปากอ่าวหรือปากร่องน้ำ เพื่อให้สามารถนำเรือออกจากท่าเรือไปสู่เขตน้ำลึกได้โดยรวดเร็ว และเมื่อมีประกาศเตือนภัยสึนามิหรือทราบข่าวว่าจะมีสึนามิเรือต่างๆ ควรพิจารณาดำเนินการดังต่อไปนี้

ก. เรือที่อยู่ในทะเล เมื่อได้รับสัญญาณเตือนหรือได้รับแจ้งว่าจะเกิดสึนามิ ห้ามน้ำเรือกลับเข้าสูงผึ้ง และให้นำเรือออกไปนอกฝั่งสูงทะเลลึกให้มากที่สุด

ข. เรือในท่าเรือที่อยู่ภายนอกให้การควบคุมของเจ้าหน้าที่ประจำท่าเรือ ควรรักษาการติดต่อและรับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ประจำท่าเรือ ซึ่งเจ้าหน้าที่ประจำท่าเรือควรทราบเวลาที่คลื่นจะมาถึงและรับแนะนำให้ออกเรือตามลำดับความสำคัญในการออกเรือฉุกเฉินไปยังเขตน้ำลึกที่ปลอดภัยในทันทีโดยให้คำนึง ถึงความปลอดภัยของเรือลำอื่นด้วย ถ้าเป็นไปได้ควรให้เรือเล็กและเรือที่ทรงคุณค่าออกเรือก่อน สำหรับเรือเล็กที่ออกเรือไม่ทันควรแนะนำให้เจ้าหน้าที่ประจำเรือรับขึ้นผึ้งและลงเข้าหากที่ปลอดภัยในทันที

ค. เรือที่ไม่มีอยู่ภายนอกให้การควบคุมของเจ้าหน้าที่ประจำท่าเรือ ถ้าได้ยินเสียงเตือนภัยหรือทราบข่าวว่าจะเกิดสึนามิ และมีเวลาที่จะเคลื่อนย้ายเรือไปยังเขตน้ำลึก ควรรับทราบทำในทันทีโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของเรือลำอื่นด้วย

ง. เรือขนาดใหญ่ ถ้าได้ยินเสียงเตือนภัยหรือทราบข่าวว่าจะเกิดสึนามิ ควรรับออกเรือไปยังเขตน้ำลึกทันที โดยพยายามหันหัวเรือเข้าหากที่ท่าที่ห่างจากคลื่น (ธรรมชาติของคลื่นจะเคลื่อนตัวในแนวตั้งจากกันแนวเลี้นชั้นความลึกน้ำ (Depth Contour) โดยแนวยอดคลื่น มักขันกันแนวเลี้นชั้นความลึกน้ำหรือแนวขอบผึ้ง)

จ. เรือขนาดเล็ก ถ้าได้ยินเสียงเตือนภัยหรือทราบข่าวว่าจะเกิดสึนามิ และยังมีเวลาออกเรือได้ทันควรรับออกเรือไปยังเขตน้ำลึกทันที โดยพยายามหันหัวเรือเข้าหากที่ท่าที่ห่างจากคลื่น ส่วนเรือเล็กที่ออกเรือไม่ทันควรให้เจ้าหน้าที่ประจำเรือรับขึ้นผึ้งและลงเข้าหากที่ปลอดภัยในทันที

ฉ. เรือที่ออกจากท่าควรให้เจ้าหน้าที่ทุกคนใส่เสื้อชูชีพให้เรียบร้อย และให้เจ้าหน้าที่หาที่เกะยืดที่มั่นคงบนเรือ เนื่องจากในระหว่างที่ออกเรือไปอาจประสบกับสึนามิในเขตใกล้ฝั่งได้

ช. สึนามิและกระแสน้ำที่เกิดจากสึนามิไม่อาจคาดการณ์ได้ว่าจะส่งผลกระทบต่อท่าเรือเป็นระยะเวลานานเท่าไร หลังจากที่เข้ากระทำต่อชายฝั่งในระยะแรกแล้ว ดังนั้นเรือต่างๆ ควรติดต่อกับเจ้าหน้าที่ของท่าเรือก่อนที่จะนำเรือกลับไปยังท่าเรือ เพื่อตรวจสอบว่าสภาพในเขตท่าเรือมีความปลอดภัยต่อการเดินเรือและการจอดเรือหรือไม่ และไม่ควรนำเรือกลับเข้าหากที่โดยไม่ได้รับการอนุญาต



๑๖

ระดับน้ำ ในบ้านน้ำไทย

สำนักงานคณะกรรมการอุตสาหกรรมฯ กระทรวง อุตสาหกรรม ๕๖ ปี



ภาพที่ ๕ - ๒๐ ป้ายเตือนภัยสึนามิ และแสดงเส้นทางอพยพ

๙ ๙ ๙ ๙ ๙ ๙ ๙

บทที่ ๖

บทสรุป

การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเป็นลิ่งที่มีอยู่คู่กับโลกและเกี่ยวพันกับลิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศน์วิทยาซ้ายฝั่งตลอดจนการวิจัยและการของลิ่งมีชีวิตในอดีตอันไกลโพ้น แรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง ยังเป็นแรงเดียวที่กันกับที่ทำให้โลกหมุนรอบตัวเองช้าลง ดวงจันทร์โคจรห่างจากโลกมากขึ้น การที่ดวงจันทร์หันด้านเดิมเข้าหาโลกตลอดเวลา และการเกิดวงแหวนรอบดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ด้วย ทราบได้ที่เรายังอาศัยอยู่ใกล้ช้ายิ่ง หรือแม่น้ำที่ติดต่อกันทะเล เรายังคงต้องตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้น น้ำลงบ้าง ไม่มากก็น้อย

การตรวจวัดระดับน้ำมีประวัติอันยาวนาน และมีนักคิดที่มีชื่อเสียงที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก อาจถือได้ว่า งานระดับน้ำเป็นงานที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับกิจกรรมต่างๆ และมีวิจัยการเป็นของตนเองตั้งแต่สมัยโบราณที่ อารยธรรมมนุษย์เริ่มขึ้นใหม่ๆ เราก็เริ่มตระหนักรถึงความสำคัญของน้ำขึ้น น้ำลง และสังเกตว่าระดับน้ำมีความ สัมพันธ์กับเทวัตถุฟากฟ้า หลังจากนักคิดต่างยุคต่างสมัย ได้ค่อยๆ พัฒนางานทางคณิตศาสตร์ให้สามารถ ทำความเข้าใจ และอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินี้ได้ดียิ่งขึ้น งานระดับน้ำจึงถือว่าเป็นการรวมพลังทางความคิดของนักคณิตศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ที่เราคุ้นเคยเช่น เอดูแซส, Poseidarius, Francis Bacon, Sir Isaac Newton, Daniel Bernoulli, Antoine Cavalleri, Euler, Maclaurin Descartes, Pierre Simon (Marquis de Laplace), Sir William Thomson (Lord Kelvin), Professor William Ferrel และ Dr. Rollin A. Harris ได้มีส่วนร่วมกันเริ่งร้อยเป็นคราวรู้ที่สะสมมาเป็นวิธีการทำนายน้ำ แบบ ยา้มอนิก ซึ่งยัง คงเป็นวิธีที่ใช้ในปัจจุบันและยังคงมีการพัฒนาต่อไป ทั้งทางด้านทฤษฎี และพัฒนาการด้านเครื่องมือในยุคต่อๆ ไป

การจัดการข้อมูลและบันทึกระดับน้ำเอง ก็มีการพัฒนาจากการตั้งบรรทัดน้ำ แล้วอ่านและจดบันทึกโดย ผู้สังเกตเปลี่ยนเป็นเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบลูกกลอยประกอบกับการบันทึกแบบกราฟน้ำ การบันทึกระดับน้ำ จึงสามารถดำเนินการได้โดยสะดวกนับจากนั้นเป็นต้นมา แม้ว่าในเวลาต่อมา จะมีการประดิษฐ์เครื่องวัดระดับน้ำ ยุคใหม่จากเครื่องวัดระดับน้ำแบบความกดดันน้ำ คลื่นเสียง และเรดาร์ มีการเก็บข้อมูลระดับน้ำในรูปแบบ อิเล็กทรอนิกส์ สามารถรับข้อมูลได้ตามเวลาจริง หรือใกล้เวลาจริง ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการดำเนินงาน ด้านการจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และทำนายน้ำ แทนเครื่องจักรทำนายน้ำ เราสามารถรับและวิเคราะห์ ข้อมูลได้รวดเร็วกว่าอดีตอย่างเทียบกันไม่ได้ก็ตาม หลักการพื้นฐานในการวิเคราะห์ และ ดำเนินกรรมวิธีข้อมูลหลัก ยังคงใช้พื้นฐานเดิมเช่นเดียวกับเมื่อกว่าครึ่งศตวรรษที่แล้ว การวิเคราะห์และทำนายน้ำโดยวิธี ยา้มอนิก ยังคง เป็นวิธีการทำนายน้ำหลักต่อไปอีกในอนาคต

งานระดับน้ำในประเทศไทยเริ่มขึ้นตั้งแต่ พ.ศ.๒๔๔๔ โดยกรมชลประทาน และวัดระดับน้ำที่เกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ ระหว่าง พ.ศ.๒๔๕๓ - ๒๔๕๘ เพื่อกำหนดเป็นระดับทะเลปานกลางซึ่งใช้เป็นระดับอ้างอิงทางดึง ของประเทศไทย หลังจากนั้น หลายท่านร่วมงานในประเทศไทย คือ กรมชลประทาน กรมการขนส่งทางน้ำและ พาณิชยนาวี การท่าเรือแห่งประเทศไทย และ กรมอุทกศาสตร์ ดำเนินการตรวจวัดระดับน้ำเพื่อประโยชน์ในงานของตน และกรมอุทกศาสตร์ได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำเหล่านี้ทำนายน้ำในหนองลือมาตราฐานน้ำลึบปัจจุบัน

ปัจจุบันข้อมูลระดับน้ำ เป็นข้อมูลที่มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายที่สุดชนิดหนึ่ง ผู้สนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำมีความต้องการที่หลากหลาย และใช้ข้อมูลในช่วงเวลาที่แตกต่างกันมากขึ้น ตั้งแต่ ข้อมูลค่า รายการน้ำสำหรับการออกแบบโครงสร้างในบริเวณชายฝั่ง การวัดระดับน้ำตามเวลาจริงทุกๆ ๑ นาทีเพื่อการเตือนภัยทางทะเล เช่น สีนามิ และ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำจากคลื่นน้ำหนุนจากพายุ ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในระยะยาวมาก ซึ่งเป็นผลลัพธ์เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก และต้องการข้อมูลระดับน้ำเฉลี่ย



๑๑๙

ระดับน้ำ ในบ้านเรือนไทย

สำนักงานคณะกรรมการอุตสาหกรรม กระทรวง อุตฯ ๔๖ ปี

รายปีเป็นเวลาหนึ่งสิบปีและมีความแม่นยำในการวัดสูง การตรวจวัดระดับน้ำในยุคต่อไป จะเป็นการบันทึก ระดับน้ำพร้อมๆกับข้อมูลอื่นที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและการวัดระดับน้ำทางดิจิ้ง แล้วใช้งานร่วมกับการวัดความสูงผิวน้ำโดยเครื่องวัดความสูงจากดาวเทียม (Altimeter Satellite) และ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยให้เกิดความเข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ดังนั้น กรมอุตสาหกรรมยังคงต้องพัฒนาการระดับน้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการข้อมูลระดับน้ำ อันหลากหลายต่อไปในอนาคต

๙ ๙ ๙ ๙ ๙ ๙ ๙

ພນວກ ກ

ປະຈິບປາສົງສູງສຸກສາສົງສູງ ກະຊວງສຸກສາສົງສູງ

១. ການຈັດສ່ວນຮາບການ

ກະຊວງສຸກສາສົງສູງ ມີຈຸດເຮີມຕົ້ນມາຈາກສຳນັກງານສໍາຮຽນແຜນທີ່ທະເລ (Surveying Office) ຂຶ້ງຮັບຜິດຂອບງານສໍາຮຽນແຜນທີ່ທະເລເປັນຫລັກໃນຢຸດເຮີມແຮງ ຕ່ອມາເນື່ອກາກິຈທີ່ຮັບຜິດຂອບນົມາກັບພື້ນທີ່ ພະນາກສາມເຊື້ອພະນົມກູງເກລົາເຈົ້າອູ້ໜ້າ ຈຶ່ງທຽບພະກຸານໄປຮັດເກລົາໆ ຍກສູານະກອງອຸທຸກຄາສຕ່ວງເຂົ້າເປັນຫນ່າຍອີສະເໜີຕ່າງໆ ໂດຍໃນຂະນັ້ນມີການແປ່ງສ່ວນຮາບການອອກເປັນ ៦ ກອງ ໄດ້ແກ່ ກອງແຜນທີ່ທະເລ ១ ກອງແຜນທີ່ທະເລ ២ ກອງຊ່າງເຂົ້າແຜນທີ່ ກອງປະກາສ໌ຈາວເຮືອ ກອງໂຮງພິມພົມ ແລະ ກອງເຄື່ອງໝາຍທາງເຮືອ

ໃນສ່ວນຂອງການສຸກສາສົງສູງແມ່ຈະຍັງໄມ້ມີການຈັດຕັ້ງເປັນກອງ ແຕ່ກີ່ໄດ້ມີການວາງຮັກສູາໄວ້ບ້າງແລ້ວ ໃນເອົາ ២៥ ປີຕ່ອມາ ກະຊວງສຸກສາສົງສູງຈຶ່ງຂອນນຸມຕິດຕັ້ງກອງສຸກສາສົງສູງເຂົ້າແລ້ວໄດ້ຮັບອນນຸມຕິມີເມື່ອ ວັນທີ ២៣ ພັດຍການພ.ສ. ២៥៣៦ ຕາມຄຳລັ້ງ ກທ ທີ່ ៤៣/២៥៣៦ ກະຊວງສຸກສາສົງສູງຈຶ່ງໄດ້ຈັດສ່ວນຮາບການໃໝ່ໂດຍແປ່ງເປັນ ៤ ກອງ ໄດ້ແກ່ ກອງແຜນທີ່ທະເລ ກອງເຄື່ອງໝາຍທາງເຮືອ ກອງອຸປະກອນການເດີນເຮືອ ແລະ ກອງສຸກສາສົງສູງ

ກອງສຸກສາສົງສູງໃນຂະນັ້ນແປ່ງເປັນ ២ ຈຳກັດ ໄດ້ແກ່ ການຕຽບທ້ອງທະເລ ແລະ ການຕຽບອາກະເຫົນທີ່ທະເລ ມີໜ້າທີ່ໄດ້ຮັມຄືອ ສຶກຂາວິຊີຍເກີຍກັບນ້ຳທະເລ ພື້ນທັນທະເລ ພື້ນທັນທະເລ ພື້ນທັນທະເລ ຮ່ວມທັນບໍຣາຍາກະເຫົນທີ່ທະເລ ແຕ່ ຂາຍສຸກສາສົງສູງທີ່ຍັງໄມ້ສາມາດດຳເນີນການໄດ້ໃນຂະນັ້ນຄົງການທີ່ເກີຍກັບບໍຣາຍາກະເຫົນທີ່ທະເລ ດັ່ງນັ້ນໃນວັນທີ ៤ ອັນວາຄມ ພ.ສ. ២៥៣៦ ກະຊວງສຸກສາສົງສູງຈຶ່ງໄດ້ຈັດສົງນາຍທາງ ២ ນາຍ ດືອ ເຮືອໂທ ຈຽວ ວິຊຍາວິຍ ບຸນນາດ ແລະ ເຮືອໂທ ຈົລສ ບຸນູນບົງການ ໄປສຶກຂາວິຊາອຸດຸນິຍວິທີຍາ ທີ່ພຶລືບປິນລົມ ແລະ ດູງການທີ່ໜ້າ ອິນເດີຍ ອິນໂດຈິນ ຄູ່ປຸ່ນ ສຫພັນທະວູ ມາຍ ລັ້ງຈາກນັ້ນໄດ້ຮັບງານດ້ານອຸດຸນິຍວິທີຍາຈາກການທົດນໍ້າ (ຕ່ອມາເປັນການຈັດສ່ວນຮາບການ) ມາຮວມຍູ້ໃນກອງສຸກສາສົງສູງ

ຕ່ອມາໃນປີ ២៥៤០ ກະຊວງສຸກສາສົງສູງໄດ້ຈັດສ່ວນຮາບການກາຍໃນເຂົ້າໃໝ່ ໂດຍໃນສ່ວນຂອງກອງສຸກສາສົງສູງແປ່ງອອກເປັນ ២ ມາວັດ ໄດ້ແກ່ ມາວັດຕຽບທ້ອງທະເລ ແລະ ມາວັດຕຽບນ້ຳເຂົ້າ ນ້ຳລັງ ແລະ ກະຮະແສນ້ຳ ຈຶ່ງໄດ້ເຮີມການດ້ານຮະດັບນ້ຳ ໂດຍສ້າງສານນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳທີ່ກັບກອງບັນດາກະຊວງສຸກສາສົງສູງ (ທັງກອງບັນດາກະຊວງທັງໝາຍດີ) ທີ່ໃຫຍ່ຈັດສ່ວນຮາບການທັງໝາຍດີ

ປີ ២៥៤៥ ກອງສຸກສາສົງສູງໄດ້ແປ່ງໜ່າຍງານຕາມສາຂາວິຊາເພື່ອພລາງ ຄືອ ຖະແຫຼງສຸກສາສົງສູງສົກຍະ (ຮ່ວມກັບມາວັດຕຽບນ້ຳເຂົ້າ ນ້ຳລັງ ແລະ ກະຮະແສນ້ຳ) ກອງສຸກສາສົງສູງເຄີຍ ແລະ ກອງສຸກສາສົງສູງຊື່ວິທີຍາ

ປີ ២៥៥០ ໂດຍຄຳລັ້ງກອງທັພເຮືອ ກອງສຸກສາສົງສູງໄດ້ຈັດສ່ວນຮາບການໃໝ່ ໂດຍແປ່ງການໃນລັກຄະນະເປັນມາວັດ ອື່ນ ມາວັດສຸກສາສົງສູງສົກຍະ ມາວັດສຸກສາສົງສູງຊື່ວິທີຍາ ໂດຍການຮະດັບນ້ຳເຂົ້າໃໝ່ຍູ້ກັບມາວັດສຸກສາສົງສູງສົກຍະ

ປີ ២៥៥៥ ກອງສຸກສາສົງສູງໄດ້ຈັດສ່ວນຮາບການໃໝ່ ອື່ນ ມາວັດຕຽບນ້ຳເຂົ້າ ໂດຍແປ່ງການອອກເປັນ ມາວັດສຸກສາສົງສູງສົກຍະ ມາວັດສຸກສາສົງສູງຊື່ວິທີຍາ ແລະ ມູ່ເຮືອສໍາຮຽນສຸກສາສົງສູງ

ປີ ២៥៥៦ ກະຊວງສຸກສາສົງສູງໄດ້ຈັດສ່ວນຮາບການພິເສດ ແຕ່ການຈັດສ່ວນຮາບການຂອງກອງສຸກສາສົງສູງຍັງຄືເດີມ ອື່ນ ແປ່ງເປັນ ມາວັດສຸກສາສົງສູງສົກຍະ ມາວັດສຸກສາສົງສູງຊື່ວິທີຍາ ແລະ ມູ່ເຮືອສໍາຮຽນສຸກສາສົງສູງ ເມື່ອວັນທີ ២១ ສິງຫາຄມ ພ.ສ. ២៥០១ ກະຊວງສຸກສາສົງສູງໄດ້ເປັນການຈັດສ່ວນຮາບການຈາກ “ມາວັດ” ເປັນ “ແພັກ” ດັ່ງນັ້ນກອງສຸກສາສົງສູງຈຶ່ງມີການແປ່ງສ່ວນຮາບການໃໝ່ເປັນ ៤ ແພັກ ອື່ນ ແພັກສຸກສາສົງສູງສົກຍະ ແພັກຮະດັບນ້ຳ ແລະ ກະຮະແສນ້ຳ ແພັກສຸກສາສົງສູງເຄີຍ ແລະ ແພັກສຸກສາສົງສູງຊື່ວິທີຍາ



๑๒๐ ระดับน้ำ ในบ้านน้ำไทย

ประจำเดือนคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

กรมอุทกศาสตร์ ได้รับอนุมติให้ปรับปรุงการแบ่งส่วนราชการใหม่ ตั้งแต่วันที่ ๓๐ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๖๐ โดยแบ่งเป็น ๙ กอง กองสมุทรศาสตร์เป็นหนึ่งในจำนวนนั้น และมีการแบ่งส่วนราชการเป็น ๖ แผนก คือ แผนกสถานีสมุทรศาสตร์ แผนกสมุทรศาสตร์สภากายะ แผนกระดับน้ำ แผนกสมุทรศาสตร์เคมี แผนกสมุทรศาสตร์ชีวะ และแผนกเครื่องมือสำรวจสมุทรศาสตร์ และยังคงใช้มาจนถึงปัจจุบัน

๒. สถานที่ตั้ง

ในระยะเริ่มต้นกองสมุทรศาสตร์มีที่ทำการรวมอยู่กับกรมอุทกศาสตร์ โดยใช้บ้านของ กปดันลอดพตัล เป็นที่ทำการ ซึ่งอยู่บริเวณที่เป็นลานจอดรถหน้าโรงพิมพ์ กองสร้างแผนที่ ในเขตพระราชวังเดิม ในปี พ.ศ.๒๔๙๒ ได้สร้างสำนักงานอุทกศาสตร์ใหม่ บ้านกปดันลอดพตัลได้ถูกรื้อไปในปี พ.ศ.๒๔๔๔ และสร้างอาคารยาวขนาดกำแพงวัดอรุณราชวรารามแล้วเสร็จในปี พ.ศ.๒๔๔๕ ใช้ชื่อว่า อาคาร ๒ ต่อมาสร้างต่อเติมเป็นอาคารแฉวยาวต่อจากอาคาร ๒ เรียกว่า อาคาร ๓ โดยในส่วนของชั้นบน เป็นที่ตั้งของกองสมุทรศาสตร์

ในปี พ.ศ.๒๕๓๗ อาคาร ๓ ในส่วนที่เป็นที่ทำงานของกองสมุทรศาสตร์มีสภาพไม่ปลอดภัยในการใช้งานจึงได้ย้ายกองสมุทรศาสตร์บางส่วน (ยกเว้นแผนกระดับน้ำ) ไปอยู่อาคารสามส陌อ ในเขตพระราชวังเดิมเป็นการชั่วคราว ต่อมาในปี พ.ศ.๒๕๔๐ อาคาร ๒ และ อาคาร ๓ ซึ่งเป็นอาคารไม้ ๒ ชั้น ได้ถูกรื้อถอนไปและปรับปรุงเป็นที่จอดรถ ในเขตพระราชวังเดิม กองสมุทรศาสตร์จึงต้องย้ายไปอยู่ในอาคารกองบังคับการฐานทัพเรือกรุงเทพฯ ในพื้นที่กรมสารวัตรทหารเรือเป็นการชั่วคราว (ปัจจุบันเป็นที่ตั้งหอประชุมกองทัพเรือ) ต่อมาในวันที่ ๔ กันยายน พ.ศ.๒๕๔๕ กองสมุทรศาสตร์จึงได้ย้ายมาอยู่ที่ชั้นล่างของอาคารกองบังคับการ กรมอุทกศาสตร์ เลขที่ ๒๒๒ ถนน ริมทางรถไฟเก่า แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ ๑๐๒๖๐ ซึ่งในปัจจุบันเป็นห้องโถงประดังค์ และห้องพักของนายทหารเรือประจำวัน เนื่องจากอาคาร ๒ ซึ่งเป็นที่ตั้งของกองสมุทรศาสตร์ และกองอุตุนิยมวิทยา ที่บางนา ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนั้น ในเดือนพฤษภาคม ปีเดียวกัน จึงได้ย้ายเข้ามาอยู่ชั้นล่างของอาคาร ๒ ซึ่งเป็นอาคารทางด้านปีกซ้าย ของอาคารกองบังคับการ กรมอุทกศาสตร์ จนถึงปัจจุบัน



ภาพที่ ก - ๑ อาคารที่ทำการกองสมุทรศาสตร์ในปัจจุบัน

๓. ผู้บังคับบัญชา

กองสมุทรศาสตร์ได้รับการสถาปนาขึ้นเป็น-หน่วยขึ้นตรงของกรมอุทกศาสตร์ เมื่อวันที่ ๒๗ พฤษภาคม พ.ศ.๒๕๓๖ หลังจากได้รับการสถาปนาขึ้นเป็นกองสมุทรศาสตร์ ถึงปัจจุบันเป็นระยะเวลา ๗๔ ปี มีผู้ดำรงตำแหน่งเป็นหัวหน้ากองสมุทรศาสตร์ หรือผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ รวม ๒๒ นาย ดังมีรายนามดังต่อไปนี้

ลำดับที่	เป็นหัวหน้ากองสมุทรศาสตร์	ระยะเวลาดำเนินการ	
	ยศ ชื่อ นามสกุล	ตั้งแต่ วัน เดือน ปี	ถึง วัน เดือน ปี
๑	นาวาตรี หลวงชลธารพฤฒิไกร เรือเอก จรุณ วิชัยภัย บุนนาค	๕ มิถุนายน ๒๕๗๖	๓๐ เมษายน ๒๕๗๙
๒	นาวาตรี หลวงเฉียรชลประทีป	๑ พฤศภาคม ๒๕๗๘	๕ สิงหาคม ๒๕๗๙
๓	นาวาโท ล้อม ศรีพิทยัตต์	๖ สิงหาคม ๒๕๗๙	๑๕ กรกฎาคม ๒๕๘๔
๔	นาวาตรี สนิท มหาคีตະ	๑๖ กรกฎาคม ๒๕๘๔	๑๑ กรกฎาคม ๒๕๘๖
๕	นาวาโท สนิท มหาคีตະ	กันยายน ๒๕๘๖	พ.ศ.๒๕๘๗
๖	นาวาเอก สนิท มหาคีตະ	พ.ศ.๒๕๘๗	พ.ศ.๒๕๘๘
๗	นาวาเอก สนิท มหาคีตະ	พ.ศ.๒๕๘๘	พ.ศ.๒๕๘๙
๘	พลเรือจัตวา สนิท มหาคีตະ	พ.ศ.๒๕๘๙	พ.ศ.๒๕๙๐
๙	นาวาเอก อัมพร เพ็ญผล	๒๒ ตุลาคม ๒๕๐๐	๒๔ กรกฎาคม ๒๕๐๔
๑๐	นาวาเอก วิรัตน์ ศรีนุท	๒๕ กรกฎาคม ๒๕๐๔	๓๐ กันยายน ๒๕๑๐
๑๑	นาวาเอก พินิจ พุกประพย় ไม่มีผู้ดำรงตำแหน่ง	๑ ตุลาคม ๒๕๑๐	๓๐ ธันวาคม ๒๕๑๔
๑๒	นาวาเอก ถาวร พงศ์พิพัฒน์	๓๐ ธันวาคม ๒๕๑๔	๓๐ กันยายน ๒๕๑๕
๑๓	นาวาเอก วิพัฒน์ ภูมิสวัสดิ์	๑ ตุลาคม ๒๕๑๕	๓๐ กันยายน ๒๕๑๕
๑๔	นาวาเอก เพิ่มศักดิ์ เวชชานุเคราะห์	๑ ตุลาคม ๒๕๑๕	๓๐ กันยายน ๒๕๑๗
๑๕	นาวาเอก ถนอม เจริญลาภ	๑ ตุลาคม ๒๕๑๗	๓๐ กันยายน ๒๕๑๙
๑๖	นาวาเอก ละเอียด สังขณा	๑ ตุลาคม ๒๕๑๙	๓๐ กันยายน ๒๕๓๐
๑๗	นาวาเอก กมล จิตต์จำนำงค์	๑ ตุลาคม ๒๕๓๐	๖ มิถุนายน ๒๕๓๐

ลำดับที่	เป็นผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์	ระยะเวลาดำเนินการ	
	ยศ ชื่อ นามสกุล	ตั้งแต่ วัน เดือน ปี	ถึง วัน เดือน ปี
๑๘	นาวาเอก กมล จิตต์จำนำงค์	๗ มิถุนายน ๒๕๓๑	๓๐ กันยายน ๒๕๓๑
๑๙	นาวาเอก หริรุณ ศาสตร์สุข	๑ ตุลาคม ๒๕๓๑	๓๐ กันยายน ๒๕๓๒
๒๐	นาวาเอก สมหมาย ภูมิพล	๑ ตุลาคม ๒๕๓๒	๓๐ กันยายน ๒๕๓๓
๒๑	นาวาเอก จเร ศิลpa	๑ ตุลาคม ๒๕๓๓	๓๐ กันยายน ๒๕๓๔
๒๒	นาวาเอก คงวัฒน์ นีลศรี	๑ ตุลาคม ๒๕๓๔	๓๐ กันยายน ๒๕๓๕
๒๓	นาวาเอก วิชัย พันธุ์พุกษ์	๑ ตุลาคม ๒๕๓๕	๓๐ กันยายน ๒๕๓๖
๒๔	นาวาเอก สมาน อ้วมจันทร์	๑ ตุลาคม ๒๕๓๖	๓๐ กันยายน ๒๕๓๗
๒๕	นาวาเอก วิชัย ตันทิกุล	๑ ตุลาคม ๒๕๓๗	๓๐ กันยายน ๒๕๓๘
๒๖	นาวาเอก ไชยวุฒิ นาวิกาภูมิ	๑ ตุลาคม ๒๕๓๘	ปัจจุบัน

หมายเหตุ ๑. ยศที่ปรากฏเป็นยศขณะที่ดำรงตำแหน่งหัวหน้ากองสมุทรศาสตร์ หรือผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์

๒. วันที่ ๗ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๓๑ เป็นวันที่หัวหน้ากองสมุทรศาสตร์เป็นผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์



๑๒๔

ຮະດັບນໍ້າ ໃນບ່ານນໍ້າໄກຍ

ນໍ້າລົດກວະຄລ້າຍວັນສກາປາກອຸທະກຄາລົດ ຄຣະຍອນ ៤១ ປີ



ນາວາຕີ່ ຫລວງໜ່າລົດພຖົມໄກຣ
៥ ພ.ຢ.ເຂດໜ້າ - ៣០ ພ.ຢ.ເຂດໜ້າ



ນາວາຕີ່ ຫລວງເມື່ອຮຈລປະກິໂປ່ງ
៦ ສ.ຄ.ເຂດໜ້າ - ១៥ ກ.ຄ.ເຂດແດ



ນາວາຕີ່-ພລເຮືອຈັດວາ ສນິທ ມາທາຄືຕະ
ກ.ຢ.ເຂດໜ້າ - ພ.ຄ.ເຂດໜ້າ



ນາວາເອກ ວິວັດນີ້ ຄຣິນທຸ
២៥ ກ.ຄ.ເຂດໜ້າ - ៣០ ກ.ຢ.ເຂດໜ້າ



ວ່າງ

ເຮືອເອກ ຈຽວູ ວິຊຍາກັຍ ບຸນນາຄ
១ ພ.ຄ.ເຂດໜ້າ - ៥ ສ.ຄ.ເຂດໜ້າ



ນາວາໂທ ລ້ອມ ຄຣີພັດຕີ
១៦ ກ.ຄ.ເຂດແດ - ៣១ ກ.ຄ.ເຂດໜ້າ



ວ່າງ

ນາວາເອກ ອັນພຣ ເພື່ອພລ
២៥ ຕ.ຄ.ເຂດໜ້າ - ៤៥ ກ.ຄ.ເຂດໜ້າ



ນາວາເອກ ພິນີຈ ພຸກະທຽພຍ
១ ຕ.ຄ.ເຂດໜ້າ - ៣០ ມ.ຄ.ເຂດໜ້າ



ນາວເອກ ດາວວິ ພົງຕີພັດນິ
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ



ນາວເອກ ວິພັດນິ ຖູມີສວັດສື
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ



ນາວເອກ ເພີ່ມື້ຄັກສື່ ເວັບຫານຸເຄຣະທີ
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ



ນາວເອກ ຕານອມ ເຈົ້າລູລາກ
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ



ນາວເອກ ລະເອີຍດ ລັ້ງຊ່າ
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ



ນາວເອກ ກມລ ຈິຕົດຈຳນັງຄົ່ງ
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ



ນາວເອກ ທີ່ຮັບສູງ ສາສຕ່ວລຸ່ງ
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ

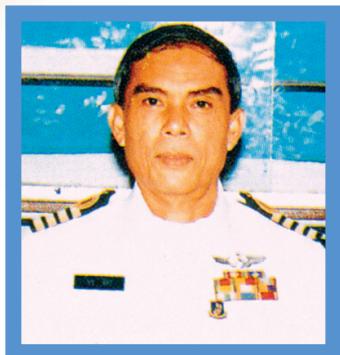


ນາວເອກ ສມໝາຍ ຖູມີພລ
ຮ.ຕ.ຄ.ເຂດຕາ - ຕອ ກ.ຢ.ເຂດຕາ

๑๗๔

ระดับน้ำ
ในบ้านน้ำไทย

สำนักงานคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๕๖ ปี



น้าาเอก จเร ศิลา
๑ ต.ค.๒๕๓๓ - ๓๐ ก.ย.๒๕๓๔



น้าาเอก คงวัฒน์ นีละศรี
๑ ต.ค.๒๕๓๔ - ๓๐ ก.ย.๒๕๓๕



น้าาเอก วิชัย พันธุ์พูงษ์
๑ ต.ค.๒๕๓๕ - ๓๐ ก.ย.๒๕๓๙



น้าาเอก สมาน อ่วมจันทร์
๑ ต.ค.๒๕๓๙ - ๓๐ ก.ย.๒๕๔๐



น้าาเอก วิทูรย์ ตันทิกุล
๑ ต.ค.๒๕๔๐ - ๓๐ ก.ย.๒๕๔๙



น้าาเอก ไชยาวดี นาวิกาณุจนะ
๑ ต.ค.๒๕๔๙ - ปัจจุบัน

ภาพที่ ก - ๒ ภาพหัวหน้ากอง / ผู้อำนวยการกองสมุทรศาสตร์ ตั้งแต่อดีต ถึง ปัจจุบัน

๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙

ພນວກ ຂ

ງານຂອງກອງສມຸទຣຄາສຕ່ວໃນປັຈຈຸບັນ

ປັຈຈຸບັນກອງສມຸទຣຄາສຕ່ວເປັນຫນ່ວຍງານທີ່ເຂັ້ມຕົງກັບກອງສມຸទຣຄາສຕ່ວ ກອງທັພເຣືອ ໂດຍແປ່ງສ່ວນຮາຊາກອກເປັນ ລ ແພນກ ດືອ ແພນກສຕານີສມຸទຣຄາສຕ່ວ ແພນກສມຸទຣຄາສຕ່ວສກາຍະ ແພນກຮະດັບນໍາ ແພນກສມຸទຣຄາສຕ່ວເຄີ່ມ ແພນກສມຸទຣຄາສຕ່ວຊື່ວະ ແລະ ແພນກເຄື່ອງມືອສໍາວົງສມຸទຣຄາສຕ່ວ

ກອງສມຸទຣຄາສຕ່ວ



ນາວາເອກ ໄຊຍຸດີ ນາວິກາມູຈະ
ຜູ້ອໍານວຍກອງສມຸទຣຄາສຕ່ວ



ນາວາເອກ ຄມລັນ ກລິນສຸຄົນ
ຮອງຜູ້ອໍານວຍກອງສມຸទຣຄາສຕ່ວ

ແພນກສຕານີສມຸទຣຄາສຕ່ວ

ວ່າງ

ຮອບຮຸ
ທ້າວທ້ານແພນກສຕານີສມຸទຣຄາສຕ່ວ

ແພນກສມຸទຣຄາສຕ່ວເຄີ່ມ



ນາວາໂທໜູງ ດີວິດຕັນ ບຸນູໂສກາ
ທ້າວທ້ານແພນກສມຸទຣຄາສຕ່ວເຄີ່ມ

ແພນກສມຸතຣຄາສຕ່ວສກາຍະ



ນາວາໂທ ສານິດຍ ກາຮສູງນິນ
ທ້າວທ້ານແພນກສມຸතຣຄາສຕ່ວສກາຍະ

ແພນກຮະດັບນໍາ



ນາວາຕີ ພັນອື້ນາດ ນາຄນູ້ພາ
ທ້າວທ້ານແພນກຮະດັບນໍາ

ແພນກສມຸතຣຄາສຕ່ວຊື່ວະ



ນາວາໂທ ຈິරວັດນີ ແດງຈິວ
ທ້າວທ້ານແພນກສມຸතຣຄາສຕ່ວຊື່ວະ

ແພນກເຄື່ອງມືອສໍາວົງສມຸතຣຄາສຕ່ວ



ນາວາຕີ ສນອງ ພລທັນພົມ
ທ້າວທ້ານແພນກເຄື່ອງມືອສໍາວົງສມຸතຣຄາສຕ່ວ



๑. การกิจ

กองสมุทรศาสตร์ มีหน้าที่สำรวจ วิเคราะห์ วิจัย และดำเนินการเกี่ยวกับงานสมุทรศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ สมุทรศาสตร์สภากาיה สมุทรศาสตร์ชีวะ สมุทรศาสตร์เคมี ธรณีวิทยาทางทะเล และงานวิศวกรรมชายฝั่ง รวมทั้ง การคำนวณระดับน้ำขึ้น น้ำลง และจัดทำมาตรฐานน้ำในน่านน้ำไทย บริการข้อมูลข่าวสารทางด้านสมุทรศาสตร์เพื่อ การท่องเที่ยว และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย

๑.๑ แผนกสถานีสมุทรศาสตร์ มีหน้าที่ ตรวจ รวบรวมข้อมูลสมุทรศาสตร์ต่างๆ และอุดถุนิยมวิทยาในส่วน ภูมิภาค โดยมีสถานีสมุทรศาสตร์ต่างๆ เป็นที่ศึกษาวิจัยทางวิชาการสมุทรศาสตร์ ในกรณีที่จำเป็นต้องกระทำใน ท้องถิ่นนั้นๆ รวมทั้งเป็นที่ปฏิบัติงานวิเคราะห์และวิจัยของเจ้าหน้าที่กองสมุทรศาสตร์ในระหว่างออกปฏิบัติงาน ภาคสนาม

๑.๒ แผนกลุมุทรศาสตร์สภากาיה มีหน้าที่วางแผนการสำรวจสมุทรศาสตร์สภากาיה และกำหนดรายละเอียด ต่างๆ ในการดำเนินงานสำรวจสมุทรศาสตร์สภากาיהในน่านน้ำไทยและบริเวณใกล้เคียง จัดทำเอกสารและแผนที่ แสดงข้อมูลทางสมุทรศาสตร์สภากาיהตลอดจนแผนที่กระแสน้ำ ให้คำแนะนำและขั้นตอนเดินทางต่างๆ ใน กองทัพเรือตลอดจนส่วนราชการอื่นๆ ศึกษาความเร็วเลี้ยงและการนำไฟฟ้าในน้ำทะเลเพื่อใช้ในการปราบเรือดำเนิน สำรวจและศึกษาพิจารณาภาระงานการสำรวจและขั้นตอนเดินทางต่างๆ

๑.๓ แผนกระดับน้ำ มีหน้าที่รวบรวมผลการตรวจวัดระดับน้ำของสถานีวัดระดับน้ำต่างๆ ของกรมอุทกศาสตร์ และของหน่วยราชการภายนอกกองทัพเรือ คำนวณและทำนายระดับน้ำในน่านน้ำไทย ดูแล รักษา และซ่อมบำรุง สถานีวัดระดับน้ำ

๑.๔ แผนกสมุทรศาสตร์เคมี มีหน้าที่วางแผนการสำรวจสมุทรศาสตร์เคมี และกำหนดรายละเอียดต่างๆ ในการดำเนินงาน ดำเนินงานสำรวจสมุทรศาสตร์เคมีร่วมกับการสำรวจแผนกอื่นๆ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ทะเลและตัวอย่างต่างกันซึ่งรวบรวมได้จากเรือสำรวจและสถานที่ต่างๆ ศึกษาเรื่องสภาพแวดล้อมและลักษณะที่ เป็นพิษในทะเลเพื่อหาทางป้องกันและแก้ไข รวบรวมผลการวิเคราะห์ต่างๆ จัดทำเอกสารและแผนที่แสดงข้อมูล สมุทรศาสตร์เคมี

๑.๕ แผนกสมุทรศาสตร์ชีวะ มีหน้าที่วางแผนการสำรวจสมุทรศาสตร์ชีวะ และกำหนดรายละเอียดต่างๆ ในการดำเนินงาน ดำเนินงานสำรวจสมุทรศาสตร์ชีวะร่วมกับการสำรวจแผนกอื่นๆ ศึกษาพิจารณาเรื่องพืชและ สัตว์ทะเล เพื่อประโยชน์ในด้านการท่องเที่ยว และวิทยาศาสตร์ทางทะเลร่วมกับหน่วยราชการอื่น และสถาบันต่าง ประเทศในการศึกษาค้นคว้าทางชีววิทยา รวบรวมเก็บรักษาและจัดพิพิธภัณฑ์พืชและสัตว์ทะเล จัดทำเอกสารและ แผนที่แสดงกิจการที่เกี่ยวข้อง

๑.๖ แผนกเครื่องมือสำรวจสมุทรศาสตร์ มีหน้าที่จัดหา เก็บรักษาและตรวจซ่อมเครื่องมือสำรวจ สมุทรศาสตร์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพดี สอบเทียบและกำหนดมาตรฐานเครื่องมือสมุทรศาสตร์ จัดทำคู่มือ คำแนะนำ วิธีใช้และรักษาเครื่องมือต่างๆ ควบคุมบัญชีเบิกจ่ายเครื่องมือต่างๆ

๒. งานสนับสนุนกองทัพเรือ

๒.๑ งานสมุทรศาสตร์

ข้อมูลสมุทรศาสตร์ มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติการทางเรือทุกสาขา เช่น ในการปฏิบัติการทางเรือทั่วไป มีความจำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับคลื่น กระแสน้ำ ระดับน้ำขึ้น น้ำลง และลักษณะต่างกันพื้นท้องทะเล เป็นต้น ในการยกพลขึ้นบก จำเป็นต้องทราบข้อมูลลักษณะพื้นท้องทะเล ลักษณะหาด สภาพความแన่นของหาด กระแสน้ำ ใกล้ฝั่งและไกลฝั่ง ระดับน้ำขึ้น น้ำลง ลักษณะคลื่น และคลื่นหัวแตก เป็นต้น การปฏิบัติการปราบเรือดำเนิน จำเป็น

ต้องทราบข้อมูลลักษณะพื้นท้องทะเล ความโปร่งแสงของน้ำทะเล อุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเล และความเร็วเสียงในน้ำทะเล ทางเดินของเสียง (Ray Path) ในทะเล การสูญเสียพลังงานเสียงในทะเล (Propagation Loss) ความเข้มของสนานแม่เหล็กโลก และลักษณะเสียงในทะเล (Ambient Sea Noise) เป็นต้น และในการปฏิบัติการทุนระเบิดจำเป็นต้องทราบข้อมูล ลักษณะพื้นท้องทะเล ลักษณะช่องทางการเดินทาง (Q - Route) อุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเล การนำไฟฟ้าของน้ำทะเลและพื้นท้องทะเล ความเร็วเสียงในน้ำทะเล ความโปร่งแสงในน้ำทะเล ทัศนวิสัยใต้น้ำ ทางเดินของเสียงในทะเล การสูญเสียพลังงานเสียงในทะเล ลักษณะเสียงในทะเล ความเข้มของสนานแม่เหล็กโลก ระดับน้ำขึ้น น้ำลง กระแสน้ำ อัตราการตกตะกอนและการเจริญเติบโตของเพรียง เป็นต้น

๒.๒ งานด้านวิศวกรรมชายฝั่ง

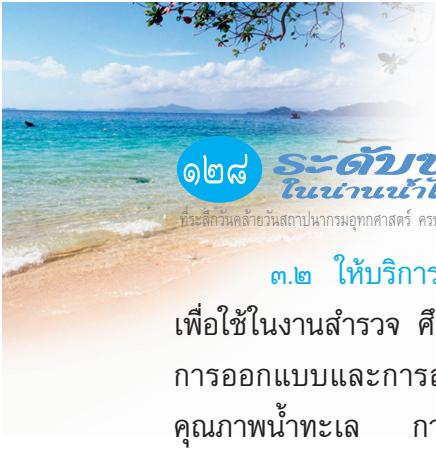
กองทัพเรือมีฐานทัพและท่าเรือประมาณ ๒๐ แห่ง รวมทั้งพื้นที่ชายฝั่งในเขตรับผิดชอบของกองทัพเรือ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาติดตามการตอกตะกอนเพื่อแก้ปัญหาการตื้นเขินในเขตต่องน้ำและท่าเรือ ออกแบบร่องน้ำ ท่าเรือ และลิ้นก่อสร้างชายฝั่ง รวมทั้งการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งและแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง

๓. งานสนับสนุนการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ ลังกม และการอนุรักษ์ลิ้นแวงแล้วล้อมของประเทศไทย

ในปัจจุบันมีการแสวงหาทรัพยากรธรรมชาติในทะเล และมีการใช้ประโยชน์จากทะเลและชายฝั่งอย่างกว้างขวางทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน บางครั้งกิจกรรมต่างๆ ที่ดำเนินการในทะเล และบริเวณชายฝั่งสามารถส่งผลกระทบต่อลิ้นแวงแล้วล้อมและลิ้นมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวได้ เช่น การก่อสร้างลิ้นก่อสร้างในทะเลและชายฝั่งอาจส่งผลกระทบโดยทำให้เกิดการกัดเซาะพังทลายของชายฝั่ง หรือการตื้นเขินของพื้นท้องทะเลบริเวณข้างเคียง รวมทั้งอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นและกระแสน้ำที่ส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนย้ายของตะกอนบริเวณชายฝั่ง การขุดลอกบริเวณชายฝั่ง อาจก่อให้เกิดตะกอนแขวนลอย ซึ่งรบกวนต่อความเป็นอยู่ของประการัง และพีชลัตวะทะเลอีกด้วย การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงลัตวะทะเลบริเวณชายฝั่ง เช่น การทำนาถุก การทำเลปลา อาจก่อให้เกิดมลพิษปนเปื้อนปล่อยสู่มวลน้ำ และการปล่อยน้ำเสียหรือสารปนเปื้อนจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ทะเล ก่อให้เกิดมลภาวะแก่ทะเลและชายฝั่ง ดังนั้นความรู้และข้อมูลด้านสมุทรศาสตร์และวิศวกรรมชายฝั่งนับวันแต่จะมีความสำคัญมากขึ้นทั้งในด้านการใช้ประโยชน์ การแสวงหาทรัพยากร การป้องกันความเสียหาย การอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง

การสำรวจสมุทรศาสตร์ของกรมอุตุนิยมวิทยา ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องมา ตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๔๙ โดยในปัจจุบันข้อมูลทั่วไปที่ดำเนินการสำรวจและรวบรวมได้แก่ คลื่น ลม ระดับน้ำ กระแสน้ำ ลักษณะตะกอนพื้นท้องทะเล อุณหภูมิของน้ำทะเล การนำไฟฟ้าของน้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเล ความหนาแน่นของน้ำทะเล ความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเล ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในน้ำทะเล สีของน้ำทะเล และความโปร่งแสงของน้ำทะเล เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลต่างๆ และบุคลากรของกองสมุทรศาสตร์ได้สนับสนุนงานด้านต่างๆ ของประเทศไทยทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

๓.๑ ข้อมูลการตรวจวัดระดับน้ำและการทำงานน้ำขึ้น น้ำลง (มาตรฐานน้ำ) ในน่านน้ำไทยทั้งด้านอ่าวไทย และทะเลอันดามัน รวม ๒๘ สถานี ใช้ในอุตสาหกรรมการเดินเรือ การท่องเที่ยวทางทะเล การประมงและการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การสร้างลิ้นก่อสร้างในทะเลและชายฝั่ง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและลิ้นแวงแล้วล้อมในทะเลและชายฝั่ง นอกจากนั้นยังใช้เป็นข้อมูลในการคาดหมายสภาพว่าระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาของหน่วยงานต่างๆ เช่น กรมชลประทาน และกรุงเทพมหานครในการแก้ปัญหาน้ำท่วมในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล รวมทั้งให้บริการข้อมูลแก่ประชาชนทั่วไปอย่างต่อเนื่องในช่วงวิกฤตน้ำท่วมในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล เป็นต้น



๓.๔ ให้บริการข้อมูลสมมุทรศาสตร์ แก่หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ เอกชน สถานศึกษาและประชาชนทั่วไป เพื่อใช้ในงานสำรวจ ศึกษา วิเคราะห์และวิจัยต่างๆ เช่น การสำรวจแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในทะเลและชายฝั่ง การออกแบบและการสร้างสิ่งก่อสร้างในทะเลและชายฝั่ง การวิเคราะห์วิจัยด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเลและคุณภาพน้ำทะเล การชุดลอกในเขตต่องน้ำและท่าเรือ การจัดครุภัณฑ์น้ำมันในทะเล การค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล การอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง เป็นต้น

๓.๕ สำรวจ ศึกษา และติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาการกัดเซาะพังทลายของชายฝั่ง เพื่อลับสนวนงานในโครงการพระราชดำริต่างๆ เช่น การกัดเซาะพังทลายของชายฝั่งโครงการพระราชดำริสวนป่าหาดทรายใหญ่ จ.ประจวบคีรีขันธ์ และการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งและประสิทธิภาพของรอ (Groin) ป้องกันชายฝั่งทะเล โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.นครศรีธรรมราช เป็นต้น

๓.๖ สำรวจ ศึกษา และให้คำปรึกษาแนะนำในการหาแนวทางแก้ปัญหางานด้านสมมุทรศาสตร์และวิศวกรรมชายฝั่งสนับสนุนหน่วยงานภาครัฐ และภาคบริการประชาชน เช่น การสำรวจออกแบบบริเวณชายหาดราษฎร์ฯ จ.ตราด ให้กับสภากาชาดไทย และการสำรวจบริเวณชายหาดแม่รำพึง จ.ระยอง เพื่อเสนอแนวทางป้องกันการประสบอุบัติเหตุจนน้ำเลี้ยงชีวิตของนักท่องเที่ยวในช่วงฤดูร้อนตะวันตกเฉียงใต้ตามที่ประชานคณะกรรมการการท่าอากาศยานระหว่างประเทศเป็นต้น

๓.๗ สำรวจกระแสน้ำและชายฝั่งแม่น้ำโขง เพื่อประเมินผลกระทบจากการสร้างสิ่งก่อสร้างชายฝั่งแม่น้ำโขงของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และผลกระทบจากการดูดกรดทรายในแม่น้ำโขง ซึ่งอาจมีผลให้ร่องน้ำลึกที่จะใช้เป็นเส้นปักปันเขตแดนเปลี่ยนแปลงไป

๓.๘ ให้การสนับสนุนการฝึกงานสำรวจสมมุทรศาสตร์ของ นิสิต นักศึกษา ของสถาบันการศึกษาต่างๆ ในขณะที่เรือหลวงศุภร์ออกปฏิบัติงานสำรวจสมมุทรศาสตร์ รวมทั้งให้การสนับสนุนหน่วยงานภาครัฐต่างๆ เช่น สำนักงานพลังงานประมาณเพื่อสันติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรมควบคุมมลพิษ และกรมทรัพยากรธรณ์ในการร่วมออกแบบบริเวณสำนักงานสำรวจสมมุทรศาสตร์กับเรือหลวงศุภร์ และ/หรือให้การสนับสนุนตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสมมุทรศาสตร์ของกองสมมุทรศาสตร์แก่หน่วยงานต่างๆ เป็นต้น

๓.๙ ร่วมดำเนินงานด้านอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง เช่น ดำเนินโครงการเพาะเลี้ยงหอยนมساوا หอยนمنาง และหอยอูฐ เพื่อปล่อยคืนสู่ธรรมชาติในพื้นที่อ่าวลัดทิบ จ.ชลบุรี เมื่อลูกหอยมีขนาดที่เหมาะสม โดยเริ่มดำเนินโครงการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๓๔ ปล่อยลูกหอยได้ปีละประมาณ ๕๐,๐๐๐ ตัวรวมทั้งให้การสนับสนุนคณะกรรมการเรียนและบุคคลต่างๆเข้าเยี่ยมชมการเพาะเลี้ยงหอยด้วย ตลอดจนร่วมสำรวจสมมุทรศาสตร์สนับสนุนงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ กองทัพเรือ เป็นต้น

๓.๑๐ จัดผู้เชี่ยวชาญด้านสมมุทรศาสตร์และวิศวกรรมชายฝั่ง ร่วมในคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวม ๓ คน คือ คณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านโครงการใหม่องแร่ โครงการสำรวจและ/หรือผลิตบิโตรเลียม คณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านโครงการพื้นฐานและอื่นๆ และคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านโครงการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจและโครงการร่วมกับเอกชน ซึ่งมีหน้าที่พิจารณาให้ข้อคิดเห็นต่อขอบเขตการศึกษาของรายงานฯ ต่างๆ เช่น โครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติไทย-มาเลเซีย โครงการสนามบินสุวรรณภูมิ โครงการก่อสร้างท่าเรือขนาด ๕๐๐ ตันขึ้นไป ฯลฯ



นอกจากนั้นยังได้จัดข้าราชการเข้าร่วมเป็น กรรมการ อนุกรรมการ และคณะทำงาน ร่วมกับหน่วยงานต่างๆ หลาย คณะ เช่น คณะกรรมการโครงการทำความลัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณน้ำปากแม่น้ำเจ้าพระยา อันเนื่องมา จากพระราชดำริ คณะกรรมการวิชาการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งและลำน้ำ คณะทำงานเตรียมความพร้อม ในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย คณะทำงานติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยของกลุ่มวิจัยสมุทรศาสตร์ คณะ ทำงานปฏิบัติการแก้ไขวิกฤตน้ำด้านวิชาการฯ ฯลฯ

๔. งานสนับสนุนการแจ้งเตือนภัย

กรมอุทกศาสตร์ เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีหน้าที่และความรับผิดชอบในการจัดส่งข้อมูลให้คุณย์แจ้งเตือนภัยพิบัติ แห่งชาติ (ศภช.) ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหว สึนามิและพายุคลื่นลมแรง กรมอุทกศาสตร์จึงได้ จัดตั้งคุณย์แจ้งเตือนภัย คุณย์บรรเทาสาธารณภัยกองทัพเรือ (ศบภ.ทร.) เมื่อวันที่ ๑๖ มกราคม พ.ศ.๒๕๕๘ โดยกอง สมุทรศาสตร์มีหน้าที่ส่วนหนึ่งในการสนับสนุนข้อมูลระดับน้ำให้กับคุณย์แจ้งเตือนภัยฯ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง ของระดับน้ำ อันเนื่องมาจากสึนามิ และ คลื่นน้ำหนุนจากพายุ ซึ่งข้อมูลระดับน้ำดังกล่าวมาจากการ สถานีวัดระดับ น้ำด้านทะเลอันดามัน จำนวน ๕ สถานีคือที่ปากน้ำรัตนอง เกาะสุรินทร์ คุระบุรี เกาะเมียง ทับละมุ เกาะตะเกน้อย เกาะราชาโนย ปากน้ำกันตัง และเกาะตะรุเตา โดยสถานีวัดระดับน้ำตามชายฝั่งจะส่งข้อมูล ใกล้เวลาจริงไปที่ คุณย์แจ้งเตือนภัยฯ ด้วยระบบโทรศัพท์ (GSM/GPRS Modem) ส่วนสถานีนอกชายฝั่งซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการ เตือนภัยสึนามิก่อนที่สึนามิจะมาถึงชายฝั่งให้ส่งข้อมูลด้วยระบบดาวเทียมอินมาเซท และในภาวะฉุกเฉิน เช่น การ เกิดสึนามิ เจ้าหน้าที่คุณย์แจ้งเตือนภัยฯ สามารถเรียกดูข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตามเวลาจริงได้ทันที นอกจากนั้นยังได้ขยายเครือข่ายสถานีวัดระดับน้ำในลักษณะนี้ไปยังประเทศไทยอีกด้วย รวมทั้งได้ร่วม แลกเปลี่ยนข้อมูลกับเครือข่ายสถานีวัดระดับน้ำใกล้เคียงของระบบติดตามลักษณะน้ำของโลกหรือ GLOSS (Global Sea Level Observing System) ซึ่งช่วยให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ตั้งแต่นอก เขตน่านน้ำไทยจึงมีเวลาในการเตือนภัยจากสึนามิได้นานขึ้น

๕. แนวทางการพัฒนาปรับปรุงงานสมุทรศาสตร์ ของกรมอุทกศาสตร์

๕.๑ ควรจัดส่วนราชการของกองให้เหมาะสมกับงานที่เพิ่มมากขึ้นและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป โดยเฉพาะ งานด้านวิศวกรรมชายฝั่งและการชุดลอกยังขาดหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรง ปัจจุบันมีหลายให้แผนก สมุทรศาสตร์สภากาชาดชั้นนำด้านสมุทรศาสตร์ฟลิกส์มากอยู่แล้วดูแลรับผิดชอบจึงขาดความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน

๕.๒ ควรจัดทำเครื่องมือ อุปกรณ์ และ ซอฟต์แวร์ด้านสำรวจสมุทรศาสตร์และวิศวกรรมชายฝั่ง ให้เพียง พอดีกับภารกิจงานอย่างมีประสิทธิภาพ

๕.๓ ควรมีช่างอิเล็กทรอนิกส์ในการดูแลซ่อมบำรุงเครื่องมือฯ ซึ่งมีความหลากหลายและมีราคาแพง และ ควรมีนักปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียนโปรแกรม และดูแลฐานข้อมูลสมุทรศาสตร์ และวิศวกรรมชายฝั่ง



๑๓๐

ราชบัณฑ์
ในงานน้ำไทย

สำนักงานคล้ายวันสถาปนากรมอุทกศาสตร์ ครบรอบ ๘๖ ปี

ผนวก ค

พื้นเกณฑ์ระดับของต่างประเทศ

พื้นเกณฑ์ระดับทะเลเปาんกลางมาตรฐานของประเทศไทย ได้จากค่าระดับทะเลเปาんกลางที่บริเวณเกาะหลัก จ.ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีการตรวจวัดในช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ.๒๕๔๓ ถึง ตุลาคม พ.ศ.๒๕๔๔ รวมระยะเวลาตรวจวัดประมาณ ๕ ปี ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นพื้นเกณฑ์ระดับเกาะหลัก ๒๕๔๔ หรือระดับทะเลเปาんกลางเกาะหลัก ๒๕๔๔ (Ko Lak Datum ๑๓๐๕)

เพื่อให้มีความเข้าใจถึงที่มาของพื้นเกณฑ์ระดับได้ดีขึ้น จึงขอกล่าวถึงที่มาของพื้นเกณฑ์ระดับ (Leveling Datum) ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานในงานระดับของประเทศไทยอย่างทางเทคโนโลยี ๓ ประเทศ คือ อังกฤษ สหราชอาณาจักร และญี่ปุ่น

๑. พื้นเกณฑ์ระดับของอังกฤษ

ในประเทศไทยอังกฤษนั้นแต่เดิมกำหนดให้ระดับทะเลเปาんกลางได้จากการตรวจระดับน้ำที่เมือง ลิเวอร์พูล เป็นมาตรฐานในงานระดับบนเกาะอังกฤษทั้งหมด ค่าระดับน้ำทะเลที่นำมาคำนวณได้มาจาก การตรวจด้วยบรรทัดน้ำซึ่งปักในทะเลแล้วจดค่าระดับน้ำทุกๆ ๕ นาที เป็นเวลา ๑๐ วัน ในปี พ.ศ.๒๔๗๗ (ค.ศ. ๑๘๔๔) และใช้เป็นมาตรฐานนานถึง ๙๐ ปี

ต่อมาได้มีการตรวจพบว่ามาตรฐานในการจัดทำครั้งแรกไม่พอเพียง ซึ่งทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น จึงได้ดำเนินการจัดทำขึ้นใหม่โดยทำการตรวจระดับน้ำทะเลอย่างต่อเนื่องที่เมือง Newlyn ด้วยเครื่องวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติ จากนั้นนำค่าที่บันทึกได้ระหว่างปี พ.ศ.๒๕๔๔-๒๕๖๔ (ค.ศ.๑๙๘๕-๑๙๐๔) รวม ๖ ปี มาคำนวณ เป็นเลี้นเกณฑ์มาตรฐานในงานระดับบนแผ่นดินอังกฤษทั้งหมด

เนื่องจากคำว่าระดับทะเลเปาんกลางของเลี้นเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว มักทำให้เกิดความลับสนกับระดับทะเลเปาんกลางประจำถิ่น (Local Mean Sea Level) ของสถานีวัดระดับน้ำอื่น ซึ่งมีระดับทะเลเปาんกลางเฉพาะของตนเองเช่นกัน กรมแผนที่ของอังกฤษ (Ordnance Survey) จึงได้เปลี่ยนชื่อระดับทะเลเปาんกลางที่ Newlyn ให้เป็นมาตรฐานในงานระดับเสียใหม่เป็น Ordnance Datum ๑๙๐๔ (Newlyn)

จากการヨิงระดับตรวจสอบ เมื่อปี พ.ศ.๒๕๓๒ (ค.ศ.๑๙๘๙) ระหว่างค่าระดับทะเลเปาんกลางของสถานีน้ำ Newlyn กับ Ordnance Datum ๑๙๐๔ (Newlyn) พบว่ามีความแตกต่างกันอยู่ร่วม ๑๐ เซนติเมตร แต่แพนกระดับน้ำ กรมอุทกศาสตร์ อังกฤษ ยังคงใช้ค่า Ordnance Datum ๑๙๐๔ (Newlyn) ตามระดับทะเลเปาんกลางเมือง Newlyn ตามเดิม เนื่องจากได้กำหนดไว้ให้เป็นเลี้นเกณฑ์มาตรฐานเพื่องานระดับของประเทศไทยแล้ว

๒. พื้นเกณฑ์ระดับของสหราชอาณาจักร

จากความจำเป็นที่จะต้องมีเลี้นเกณฑ์เพื่อใช้เป็นหลักในงานระดับบนของสหราชอาณาจักร จึงได้มีการเริ่มงานヨิงระดับจีออด็อกไปทั่วประเทศไทยในปี พ.ศ.๒๕๔๓ (ค.ศ. ๑๙๐๐) โดยหน่วยงานที่เป็นอิสระต่อกัน ๓ หน่วยงาน คือ Coast and Geodetic Survey, Corps of Engineer และ Geological Survey โดยมีความพยายามที่จะปรับเลี้นเกณฑ์ระดับดังกล่าว ซึ่งทำกันเป็นอิสระให้อยู่ในเกณฑ์เดียวกันหลายครั้งคือเมื่อปี พ.ศ.๒๕๔๖, ๒๕๔๗ และ ๒๕๖๔ (ค.ศ. ๑๙๐๓, ๑๙๐๗ และ ๑๙๐๔) ในที่สุดการปรับครั้งสุดท้าย ซึ่งได้ปรับและกำหนดให้เป็นเลี้นเกณฑ์มาตรฐานของงานระดับบนของสหราชอาณาจักร คือ การปรับเมื่อปี พ.ศ.๒๕๗๒ (ค.ศ. ๑๙๗๙)

เลี้นเกณฑ์มาตรฐานเพื่องานระดับที่มาจากการปรับในปี พ.ศ.๒๕๗๒ (ค.ศ. ๑๙๗๙) ได้มาจากการคำนวณเฉลี่ยร่วมกันของระดับทะเลเปาんกลางจากสถานีวัดระดับน้ำ จำนวน ๒๖ สถานี ทั้งด้านฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก

และแบบพิพิธ โดยเป็นสถานีวัดระดับน้ำของสหราชอาณาจักร เมื่อ สถานี และของแคนาดา ๕ สถานี ผลที่ได้จากการคำนวณ กำหนดให้เป็นเส้นเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับงานระดับของสหราชอาณาจักร และให้ชื่อ **พื้นเกณฑ์ระดับทะเลปี ๑๙๒๙ (Sea Level Datum of ๑๙๒๙)** จากการโดยค่าระดับดังกล่าวไปใช้งาน ปรากฏว่าคำว่า Sea Level ของพื้นเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวทำให้เกิดความสับสน และเข้าใจผิดอย่างมากกับระดับทะเล平原กลางประจำถิ่น (Local Mean Sea Level) ซึ่งผู้ใช้ค่าดังกล่าว มักจะเข้าใจว่าระดับทั้งสองอยู่บนเส้นเกณฑ์เดียวกัน เพื่อขัดความสับสน ดังกล่าว จึงได้เปลี่ยนชื่อ Sea Level Datum of ๑๙๒๙ ไปเป็น National Geodetic Vertical Datum ๑๙๒๙ หรือ NGVD ๑๙๒๙

ปัจจุบันจากการตรวจสอบพบว่า มีความคลาดเคลื่อนอย่างมากเกิดขึ้นกับค่า NGVD ๑๙๒๙ เนื่องจากในการจัดทำครั้งนั้นได้มีการตั้งสมมุติฐานว่า ค่าระดับทะเล平原กลางของสถานีน้ำทุกแห่งที่นำมาเฉลี่ยร่วมกันอยู่บนพื้นคัยล์สมดุล (Equipotential Surface) เดียวกัน จากการโดยระดับตรวจสอบสถานีวัดระดับน้ำดังกล่าว พบว่า แต่ละสถานีมีความต่างระดับของระดับทะเล平原กลาง ซึ่งบางแห่งมากถึง ๗๐ เซนติเมตร นอกจากนั้นยังมีการตรวจสอบว่าหมุดระดับหลายแห่งถูกทำลายเนื่องจากการตัดถนน มีค่าระดับเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเลื่อนตัวของแผ่นดิน หรือค่าที่หมุดไม่ได้โดยมาจากการ NGVD ๑๙๒๙

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นสหราชอาณาจักร และแคนาดา จึงได้ร่วมมือกันในปี พ.ศ.๒๕๔๕ (ค.ศ.๑๙๖๒) จัดทำโครงการโดยหมุดระดับจีอเดติกใหม่ทดแทนปัจจุบัน และให้เส้นเกณฑ์มาตรฐานเพื่องานระดับใหม่มีชื่อว่า North American Vertical Datum ๑๙๘๘ หรือ NAVD ๑๙๘๘ โครงการดังกล่าวได้แล้วเสร็จ มีการโดยระดับหมุดใหม่ทั่วประเทศ และปรับค่าโดยวิธี Least Square แล้วตั้งแต่ พ.ศ.๒๕๗๑ (ค.ศ.๑๙๘๘) แต่ยังมีได้ทำการกำหนดว่าจะใช้เส้นเกณฑ์อะไรเป็นมาตรฐานอ้างอิง ปัจจุบันสหราชอาณาจักรกำลังทำการศึกษาเพื่อเลือกเส้นเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งคิดว่าจะเหมาะสมอยู่ ซึ่งอาจจะเป็นค่าระดับทะเล平原กลางของสถานีวัดระดับน้ำใดๆ ซึ่งมีข้อมูลบันทึกครบ ๑๖.๖ ปี ซึ่ง Node ของดวงจันทร์เคลื่อนตัวควบคู่กับวัฏจักร ถือเป็น Tidal Epoch

๓. พื้นเกณฑ์ระดับญี่ปุ่น

ในสมัยเมจิประมาณปี พ.ศ.๒๔๐๓ (ค.ศ.๑๘๖๐) รัฐบาลญี่ปุ่นมีความประสงค์ที่จะให้มีเส้นเกณฑ์ระดับ (Level Datum) เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง จึงจัดให้มีการตรวจสอบระดับน้ำขึ้นบริเวณปากแม่น้ำหลายแห่ง คือ แม่น้ำซูมิดะ แม่น้ำเอโดะ แม่น้ำโตเกียว และสถานีอื่นๆ อีก บริเวณรอบอ่าวโตเกียว การตรวจสอบระดับน้ำดังกล่าวได้ทำอย่างต่อเนื่อง ในช่วงปี พ.ศ.๒๔๐๗-๒๔๐๙ (ค.ศ.๑๘๖๓-๑๘๖๕) ภายใต้ความรับผิดชอบของกระทรวงก่อสร้าง (Ministry of Construction) โดยการติดตั้งบรรทัดน้ำ อ่านด้วยสายตา และจดบันทึกไว้ ต่อมาในปี พ.ศ.๒๕๒๗ (ค.ศ.๑๙๔๔) กรมแผนที่ญี่ปุ่น (Land Survey Department) ประสงค์ที่จะทำโครงการข่ายงานระดับครอบคลุมทั่วประเทศ จึงได้เลือกเอาค่าที่บันทึกจากบรรทัดน้ำที่ปากแม่น้ำซูมิดะ ณ เมืองเงนกันซิมา อ่าวโตเกียว ในช่วงเดือน มิถุนายน พ.ศ.๒๔๑๖ (ค.ศ.๑๘๗๓) ถึง มีนาคม พ.ศ.๒๕๒๒ (ค.ศ.๑๙๔๙) คิดเป็นเวลา ๖ ปี ๖ เดือน มาคำนวนหาค่าระดับทะเล平原กลางจากนั้นโดยระดับจากบรรทัดน้ำไปยังหมุดระดับใกล้เคียง ซึ่งได้ค่า ๐.๓๓ เมตร เหนือระดับทะเล平原กลางของบรรทัดน้ำนั้น

ในปี พ.ศ.๒๕๓๔ (ค.ศ.๑๙๕๑) ได้มีการโดยระดับจากหมุดดังกล่าวข้างต้นไปยังหมุดระดับภารที่มียากาชาด กิลล์หอสมุดรัฐสภาญี่ปุ่น และสร้างอาคารที่นั่นครอบหมุดไว้ พร้อมจากไว้ระดับน้ำดังกล่าว ค่าระดับที่โดยมาได้ปรับให้มีค่า ๒๔.๕๐๐ เมตร เหนือระดับทะเล平原กลาง หมุดดังกล่าวได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานเพื่อใช้ในงานระดับบนเกาะญี่ปุ่นทั้งหมด และให้ชื่อว่า **ระดับทะเล平原กลางโตเกียว (Tokyo Mean Sea Level)** หรือ Tokyo จากหมุดระดับดังกล่าว ได้มีการโดยระดับออกเป็นโครงข่ายไปยังหมุดต่างๆ ครอบคลุมทั่วประเทศ



๑๗๗ ระดับน้ำ ในประเทศไทย

สำนักงานคล้ายวันสถาปนากรุงศรีอยุธยา ครบ ๔๕ ปี

ในปี พ.ศ.๒๕๖๖ (ค.ศ.๒๐๒๓) เกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ในเขตคันโต เป็นเหตุให้หมุดระดับมาตรฐานดังกล่าวทรุดตัวลง หลังการโยงระดับตรวจสอบใหม่ในปี พ.ศ.๒๕๗๑ (ค.ศ.๒๐๒๘) กับหมุดระดับที่สถานีวัดระดับน้ำอุรุบะชูบะ พบร่องรอยความผิดพลาดลงมา ๙๖ มิลลิเมตร จากค่าเดิม จึงได้เปลี่ยนค่าหมุดใหม่จาก ๒๔.๕๐ เมตร ไปเป็น ๒๔.๔๐ เมตร และในปี พ.ศ.๒๕๗๒ (ค.ศ. ๒๐๒๙) รัฐบาลญี่ปุ่นได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับการสำรวจและกำหนดให้หมุดระดับมาตรฐานดังกล่าว เป็นหลักฐานอ้างอิงงานระดับของประเทศ โดยกำหนดให้มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

ปัจจุบันสถาบันสำรวจภูมิศาสตร์ของญี่ปุ่น (Geographical Survey Institute : GSI) ผู้รับผิดชอบงานจีอเดติกของญี่ปุ่น ได้ทำการตรวจสอบค่าหมุดระดับมาตรฐานดังกล่าวทุกๆ เดือน โดยทำการโยงระดับสำรวจในเวลากลางคืน และยังไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับดังกล่าวแต่ประการใด สำหรับที่ตั้งบรรทัดน้ำที่ปากแม่น้ำชูเมดะ ซึ่งใช้ค่ามาคำนวณหาระดับทะเลเปานกลางมาตรฐานนั้น ปัจจุบันได้ถูกถอนที่และทำเป็นท่าเทียบเรือ

๔. ระดับทะเลเปานกลางและระดับจีอเดติก

๔.๑ นิยามระดับทะเลเปานกลาง

ระดับทะเลเปานกลาง ณ จุดใดๆ ตามนิยาม หมายถึง ระดับทะเลเปานกลางของน้ำทะเล ณ ที่นั้น ระดับดังกล่าวได้มาจาก การคำนวณเฉลี่ยค่าระดับน้ำรายชั่วโมง การคำนวณดังกล่าวถ้าได้จากการตรวจน้ำระยะเวลาล้านๆ ค่าที่คำนวณได้ ๒ ครั้งจะแตกต่างกันมาก แต่ถ้าเฉลี่ยจากค่าที่ได้จากการตรวจระยะเวลารองแต่ ๑ เดือนขึ้นไป ความแตกต่างดังกล่าวจะลดน้อยลงมาก ระดับทะเลเปานกลางจะมีชื่อต่างกันไปตามช่วงระยะเวลาที่ตรวจ เช่น ระดับทะเลเปานกลางรายสัปดาห์ (Weekly Mean Sea Level) ระดับทะเลเปานกลางรายเดือน (Monthly Mean Sea Level) หรือระดับทะเลเปานกลางรายปี (Yearly Mean Sea Level) เป็นต้น ค่าระดับทะเลเปานกลางนี้เป็นพื้นเกณฑ์น้ำ (Tidal Datum Plane) อันหนึ่ง และถือเป็นพื้นเกณฑ์หลัก (Primary Tidal Datum Plane) ซึ่งพื้นเกณฑ์น้ำอื่นจะต้องอ้างอิงถึง เช่น ระดับน้ำลงต่ำที่สุด (Lowest Low Water) ระดับน้ำขึ้นเต็มที่ปานกลาง (Mean High Water) และระดับน้ำลงเต็มที่ปานกลาง (Mean Low Water) เป็นต้น

ระดับทะเลเปานกลางนี้ โดยทั่วไปจะถูกสมมุติว่าเป็นพื้นคัย์สมดุล (Equipotential Surface) คือ เป็นพื้นผิวระดับซึ่งตั้งฉากกับทิศทางของแรงดึงดูดของโลก หรือพื้นผิวระดับของสนามแรงดึงดูดของโลกนั้นเอง แต่จากผลการตรวจน้ำระดับน้ำที่บริเวณต่างๆ ตามผังทะเลพบว่า ค่าระดับทะเลเปานกลางแต่ละแห่งจะมีระดับต่างกัน และไม่เสมอ กันกับพื้นคัย์สมดุลตามทฤษฎี ทั้งนี้ เนื่องจากพิษหนานน้ำทะเลได้รับผลกระทบจากลม การแปรผันของความกดอากาศ คลื่น และแผ่นดินไหว เป็นต้น การผันแปรจากสาเหตุดังกล่าว เป็นเหตุให้ระดับทะเลเปานกลางแต่ละแห่งไม่อยู่ในระดับเดียวกัน และไม่สามารถเชื่อมเป็นพื้นเดียวกันได้

๔.๒ ระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณหาระดับทะเลเปานกลาง

ณ ที่ใดๆ บริเวณชายฝั่งทะเลระดับทะเลเปานกลางจะผันแปรไปทุกวัน เดือน และปี ในช่วงแต่ละวัน ระดับทะเลอาจต่างกันออกไปถึง ๓๐ เซนติเมตร หรือมากกว่า และภายในปีเดียวกันระดับทะเลเปานกลางรายวันก็อาจแตกต่างกันถึง ๐.๕๐ เมตร หรือมากกว่า

การหาค่าระดับทะเลเปานกลางทำให้ต้องเกี่ยวข้องกับปัญหา ๒ ประการ ปัญหาแรก คือ จะต้องใช้เวลาตรวจนานเท่าไรมาคำนวณ และปัญหาประการที่สอง เราจะสามารถหาค่าระดับทะเลเปานกลางที่ได้จากการตรวจน้ำระยะเวลาล้านเข้าหากำลังระดับทะเลเปานกลางที่ถูกต้องอย่างไร โดยทั่วไปแล้วเราจะใช้ช่วงเวลา ๐๕.๖ ปี ซึ่ง Node ของดวงจันทร์เคลื่อนตัวรอบวัฏจักรมาคำนวณหาระดับทะเลเปานกลาง และถือว่าค่าที่ได้จากการคำนวณจากช่วงเวลาดังกล่าว จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งทางปฏิบัติแล้วจะใช้ช่วงเวลา ๐๕ ปีเต็ม มาคำนวณ

ช่วงเวลา ๑๙ ปี ได้ ๗ ในบันทึกข้อมูลน้ำถือเป็น Tidal Epoch ซึ่งถ้าไม่มีความผันแปรดังกล่าวมาแล้วชั้นต้น การแบ่งบันทึกเป็นช่วงๆ ทุกๆ Tidal Epoch ก็จะได้พื้นระดับเดียวกัน แต่ด้วยสาเหตุการผันแปรต่างๆ จะทำให้ค่าระดับทะเลปานกลางของ Tidal Epoch ได้ ๗ ไม่อยู่ที่ระดับเดียวกัน ดังนั้น การคำนวณหาระดับทะเลปานกลาง จะต้องระบุด้วยว่าใช้การคำนวณจากบันทึกน้ำใน Tidal Epoch ใด ทุกๆ ช่วง Tidal Epoch เราจะต้องคำนวณหาระดับทะเลปานกลางใหม่เสมอ

๔.๓ ระดับจืออเดติก

หมายถึง พื้นที่ระดับที่ได้จากการเดินระดับที่มีความละเอียดถูกต้องสูง และโยงระดับออกไปเป็นโครงข่ายครอบคลุมไปทั่วประเทศ โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นค่าบังคับทางดิ่ง (Vertical Control) ของการสำรวจทางบก และการทำแผนที่ เส้นเกณฑ์มาตรฐานที่จะนำมาใช้เป็นหลักในการโยงระดับ จืออเดติก นั้น ตามปกติจะใช้จากระดับทะเลปานกลางที่เลือกไว้เป็นมาตรฐาน เช่น กรณีของ อังกฤษ ญี่ปุ่น และไทย เป็นต้น

๔.๔ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับทะเลปานกลางและระดับจืออเดติก

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับทั้งสองสามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้ คือ

๔.๔.๑ ระดับทะเลปานกลาง

- ก. เป็นพื้นระดับสมมุติอันหนึ่งซึ่งใช้แสดงระดับน้ำทะเล ณ บริเวณใดๆ
- ข. ไม่เป็นพื้นระดับต่อเนื่อง (ค่าระดับต่างกันไปแต่ละชายฝั่ง)
- ค. ค่าระดับเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (ปกติทุก ๑๙ ปี)
- ง. จะต้องมีการตรวจสอบย่างต่อเนื่องด้วยสถานีวัดระดับน้ำแบบถาวร
- จ. ในการหาค่าระดับที่ชายฝั่งจะต้องมีการตรวจสอบตัวอย่างน้ำ

๔.๔.๒ ระดับจืออเดติก

- ก. เป็นค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเล ณ สถานีวัดระดับน้ำที่เลือกเป็นมาตรฐาน
- ข. เป็นพื้นระดับต่อเนื่องกันตลอดทุกพื้นที่ในประเทศไทย
- ค. ใช้เป็นตัวกำหนดพื้นที่อยู่ด้วยของประเทศไทย
- ง. ใช้เป็นค่าระดับอ้างอิงสำหรับกำหนดค่าความสูงบนแผ่นดินเพื่องานสำรวจทางวิศวกรรม และแผนที่
- จ. การหาค่าระดับจะทำโดยการโยงระดับด้วยกล้องวัดระดับ

๕. การคำนวณหาระดับทะเลปานกลางเกาะหลักระยะหลัง

จากบันทึกข้อมูล เสนอให้เปลี่ยนค่าระดับทะเลปานกลางของ นราวน์ โภมล อัคเนียบุตร ได้มีการนำเอกสารตรวจสอบระดับน้ำของสถานีวัดระดับน้ำเกาะหลัก ช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๔๓ - ๒๕๕๒ มาแบ่งคำนวณหาค่าเฉลี่ยเป็นช่วงๆ ปรากฏว่าได้ค่าใหม่ ที่คิดจากศูนย์บรรทัดน้ำ ซึ่งกดให้ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางเกาะหลัก (พ.ศ.๒๕๕๔)

๒.๕๐ เมตร เปลี่ยนค่าไปอยู่ในช่วงระหว่าง ๒.๕๐ - ๒.๕๒ เมตร ดังจะเห็นได้จากช่วงการคำนวณดังนี้

ช่วงที่ ๑ พ.ศ.๒๕๔๓ - ๒๕๐๗ ศูนย์บรรทัดน้ำต่ำจากระดับทะเลปานกลาง ๒.๕๐ เมตร

ช่วงที่ ๒ พ.ศ.๒๕๔๓ - ๒๕๐๗ ศูนย์บรรทัดน้ำต่ำจากระดับทะเลปานกลาง ๒.๕๒ เมตร

ช่วงที่ ๓ พ.ศ.๒๕๔๓ - ๒๕๐๗ ศูนย์บรรทัดน้ำต่ำจากระดับทะเลปานกลาง ๒.๕๒ เมตร

ช่วงที่ ๔ พ.ศ.๒๕๔๓ - ๒๕๕๒ ศูนย์บรรทัดน้ำต่ำจากระดับทะเลปานกลาง ๒.๕๐ เมตร

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงระดับทะเลปานกลางในช่วงเวลาที่ผ่านมา มีค่าน้อยมาก



ผนวก ง

คำสั่งกรุงอุทกศาสตร์

(เฉพาะ)

ที่ ๕๗๐ /๒๕๕๕

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำหนังสือเกี่ยวกับระดับน้ำในน่านน้ำไทย

เพื่อให้การจัดทำหนังสือเกี่ยวกับระดับน้ำในน่านน้ำไทยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย
จึงให้ปฏิบัติตามนี้

๑. ให้ผู้มีรายชื่อต่อไปนี้ เป็นคณะทำงานจัดทำหนังสือเกี่ยวกับระดับน้ำในน่านน้ำไทย

๑.๑ พล.ร.ต.สมาน อุ่มจันทร์	หัวหน้าคณะทำงาน
๑.๒ น.อ.วิชัย ตัณฑิกุล	รองหัวหน้าคณะทำงาน
๑.๓ น.อ.ศรีษฐ์ เนยทอง	เจ้าหน้าที่
๑.๔ น.อ.หญิง พรรณราย เชื้อพินุลย์	เจ้าหน้าที่
๑.๕ น.อ.คมสัน กลินสุคนธ์	เจ้าหน้าที่
๑.๖ น.ท.หญิง วรรณิกา วัฒนาวนิช	เจ้าหน้าที่
๑.๗ น.ท.จริรัตน์ แคงจิว	เจ้าหน้าที่
๑.๘ น.ท.หญิง ศิริรัตน์ บุญโสภาค	เจ้าหน้าที่และเลขานุการ
๑.๙ น.ต.หญิง อินธิรา เนตรมุกดा	เจ้าหน้าที่
๑.๑๐ น.ต.พันธุ์นาถ นาคบุปผา	เจ้าหน้าที่
๑.๑๑ น.ต.พัลลภ พยัคฆ์เดช	เจ้าหน้าที่
๑.๑๒ ร.อ.ธงไชย อํากลัด	เจ้าหน้าที่และผู้ช่วยเลขานุการ
๑.๑๓ ร.อ.สุเมธ แซมสังข์	เจ้าหน้าที่
๑.๑๔ ร.ท.วิทยาสิทธิ์ แหวนวงศ์	เจ้าหน้าที่
๑.๑๕ ร.ต.เกรียงกรุง วิเชียร	เจ้าหน้าที่
๑.๑๖ พ.จ.อ.ศิลปชัย ปิยะมิตร	เจ้าหน้าที่
๑.๑๗ พ.จ.อ.อนงค์ พิกุลขาว	เจ้าหน้าที่
๑.๑๘ พ.จ.อ.สัญญา วอนน้ำเพ็ชร	เจ้าหน้าที่
๑.๑๙ พ.จ.อ.ประทีป กำศิลปชัย	เจ้าหน้าที่

๒. คณะกรรมการมีหน้าที่ดังนี้

๒.๑ ศึกษา กันคร่าว รวมรวม และ จัดพิมพ์หนังสือเกี่ยวกับระดับน้ำในน่านน้ำไทย

๒.๒ เสนอองเงินงบประมาณการดำเนินงานต่อ อศ.

๒.๓ ประสานกับหน่วยงานต่าง ๆ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอรับการสนับสนุนข้อมูล
เกี่ยวกับการจัดทำหนังสือเกี่ยวกับระดับน้ำในน่านน้ำไทย

๓. ให้ นخد.อศ. ให้การสนับสนุนตามที่คณะกรรมการจะร้องขอ

๔. ให้คณะกรรมการพัฒนาที่เมื่อได้ดำเนินการจัดพิมพ์หนังสือเกี่ยวกับระดับน้ำในน่านน้ำไทย

เรียบร้อยแล้ว

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สัจ ณ วันที่ ๙, กันยายน พ.ศ.๒๕๔๕

พ.ล.ร.ท.

(เสนอที่ สูนทรัมคง)

อก.อศ.



บรรณานุกรม

เอกสารภาษาไทย

๑. กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ, ประวัติกรมอุทกศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ; โรงพิมพ์กองสร้างແຜນที่ กรมอุทกศาสตร์ ,๒๕๔๗

๒. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ระดับทะเบียนกลางมาตรฐาน (เล่นเกณฑ์ระดับເກະຫັກ) ๒๕๓๓

๓. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳ ມັກອົງນັງຊາກ ກອງທັບເກະຫັກ ກຽມທັບເກະຫັກ ກຽມທັບເກະຫັກ

๔. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳອ່າວສັດທີບ (ສູຫ.ສສ.) ຈັງຫວັດຈຸບັນ

๕. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳແຫລມລົງທີ່ ຈັງຫວັດຈັນທຸນຸ່ງ

๖. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳມ້າຫະຍ້ ຈັງຫວັດສຸມຸກສາຄຣ

๗. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳຫ້າທຶນ ຈັງຫວັດປະຈົບປີເຂົ້າຂັ້ນ

๘. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກພົນ ຈັງຫວັດຊຸມພຣ

๙. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກປຣານ ຈັງຫວັດສຸຮາຍງວົງຮານ

๑๐. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກປຣານ ຈັງຫວັດສຸຮາຍງວົງຮານ

๑๑. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳສົງຂລາ (ສູຫ.ລຂ.) ຈັງຫວັດສົງຂລາ

๑๒. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳອ່າວທັບລະມູ (ສູຫ.ພງ.) ຈັງຫວັດພັງງາ

๑๓. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກຕະເການນ້ອຍ ຈັງຫວັດກູ່ເກົ້າ

๑๔. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກຕະຮູເຕາ ຈັງຫວັດສູງລູ

๑๕. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳຮະນອງ ຈັງຫວັດຮະນອງ

๑๖. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳຄຸຮຸບຸ່ງ ຈັງຫວັດພັງງາ

๑๗. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳກັນຕັ້ງ ຈັງຫວັດຕັ້ງ

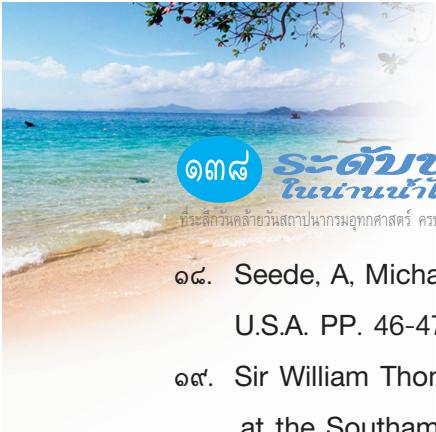
๑๘. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກສຸວິທີ່ ຈັງຫວັດພັງງາ

๑๙. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກເມື່ອງ ໜູ່ເກະຫັກສິມິລັນ ຈັງຫວັດພັງງາ

๒໐. กรมอุทกศาสตร์, กองสมุทรศาสตร์, ແຜນກະດັບນ້ຳ, ສມຸດປະລິສັດນີ້ວັດຮະດັບນ້ຳເກະຫັກຮາຈານນ້ອຍ ຈັງຫວັດກູ່ເກົ້າ

เอกสารภาษาอังกฤษ

๑. A Brief History, Bidston Hill, the Observatory and the Proudman Oceanographic Laboratory, Proudman Oceanographic Laboratory, <http://www.pol.ac.uk/home/history.html#TP>
๒. Basic Procedures, Manual on Sea Level Measurement and Interpretation Volume I, Intergovernmental Annuals and Guides 14, Oceanographic Commission, 1985, UNESCO
๓. CR510 Datalogger Operators Manual , Revision: 2/03 , Copyright ©1986-2003 Campbell Scientific Inc. ,U.S.A , 2003
๔. Detailed Explanation of the Differential Tide Producing Forces, Our Restless Tides, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/restles3.html>
๕. Doodson, A T, Warburg, H, D, 1941, Admiralty Manual of Tide, Hydrographic Department, London
๖. Doodson, A, 1890-1968, Inventor of the Tide Predicting Machine, Born Boothstown, <http://freespace.virgin.net/tony.smith/home.htm> Earth Tide , 1997 , Encyclopedia Britanica
๗. Emerging Technologies, Manual on Sea Level Measurement and Interpretation Volume II, Intergovernmental Annuals and Guides 14, Oceanographic Commission, 1994, UNESCO
๘. Factors Influencing the Local Heights and Times of Arrival of the Tides, Our Restless Tides, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/restles5.html>
๙. First Tide-Predicting Machine used in the United States, The William Ferrel Tide Predicting Machine, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/predma1.html>
๑๐. Foreman, M.G.G., Henry R.F., 2004, Tidal Analysis Based on High and Low Water Observations, Pacific Marine Science Report 79-15, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sydney, Australia
๑๑. History of Tidal Analysis and Prediction, About Water Levels, TIDES & CURRENTS, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/predhist.html>
๑๒. How Does One Measure Water Levels, About Water Levels, TIDES & CURRENTS, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/levelhow.html#Challenge>
๑๓. Introduction, Our Restless Tides, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/restles1.html> Measurement, Tides & Currents, science and society picture library, <http://www.scienceandsociety.co.uk/results.asp?X9=Measurement,%20Tides%20&%20Currents>
๑๔. Mechanics : Energy, Forces and Their Effect,1997, Encyclopedia Britanica MiniTroll Operators Manual, Copyright © 2000,2001,2002,2003 by In-Situ Inc. USA., 2003
๑๕. Operators Manual DCU - 1104 and DCU - 1108, Scientific Technologies Inc, Automation Products Group, Canada, 2003
๑๖. Prediction of the Tides, OUR RESTLESS TIDES, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/restles6.html>
๑๗. Reappraisals and Recommendations as of the year 2000, Manual on Sea Level Measurement and Interpretation Volume III, 2002, UNESCO



ຮະດັບນໍ້າ ໃນບໍລິສັດ

ພ່າວຄວາມຄ້າຍວັນສດຖາປະກອບຄຸກຄາສຕ່ຽງ ຄວບຄົວ ៤១ ປີ

៤. Seede, A. Michale, 1994, Foundations of Astronomy, Wadsworth Publishing Company California, U.S.A. PP. 46-47, 476, 523-557
៥. Sir William Thomson (Lord Kelvin), The Tides, Evening Lecture to the British Association at the Southampton Meeting, Friday, August 25th, 1882, <http://www.bartleby.com/30/16.html>
៦. The Astronomical Tide-Producing Forces: General Considerations, Our Restless Tides, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/restles2.html>
៧. The Challenge of Measuring Water Currents, About Water Levels, TIDES & CURRENTS, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/meascurr.html>
៨. Thompson, S. P., Lord Kelvin Biography, the Electric Century, <http://www.iec.ch/about/history/lkbio-e.htm#1824>
៩. Thomson, W., 1st Baron Kelvin, AllExperts, http://experts.about.com/e/w/wi/william_thomson_1st_baron_kelvin.html
១០. Tides and Water Levels, What are Tides?, http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/tides01_intro.html
១១. Tide Predicting Machines, About Water Levels, TIDES & CURRENTS, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/predmach.html>
១២. Tide - Predicting Machines from other countries, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/predma3.html>
១៣. United States Coast and Geodetic Survey Tide - Predicting Machine No. 2, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/predma2.html>
១៤. Variations in the Range of the Tides:Tidal Inequalities, Our Restless Tides, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/restles4.html>
១៥. What Makes the Tides, About Water Levels, TIDES & CURRENTS, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/restles1.html>
៣០. Why Measure Water Levels, About Water Levels, TIDES & CURRENTS, <http://tidesandcurrents.noaa.gov/levelwhy.html>

