

# สารบัญ

|                                                                               | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| คำนำ                                                                          | (1)  |
| คำนำจากคณะผู้ศึกษา                                                            | (3)  |
| สารบัญ                                                                        | (5)  |
| บทที่                                                                         |      |
| 1 บทนำ                                                                        | 1    |
| 2 สภาพภูมิศาสตร์                                                              | 7    |
| 2.1 สภาพภูมิประเทศ                                                            | 7    |
| 2.2 สภาพภูมิอากาศ                                                             | 10   |
| 2.3 ลำน้ำและลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                                  | 14   |
| 3 การไหลเวียนของกระแสน้ำ และการกัดเซาะชายฝั่งทะเล                             | 19   |
| 3.1 ปริมาณน้ำท่า                                                              | 19   |
| 3.2 การไหลเวียนของกระแสน้ำ                                                    | 35   |
| 3.3 การกัดเซาะชายฝั่งทะเล                                                     | 37   |
| 3.3.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเล                                      | 37   |
| 3.3.3 การเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งภาคใต้ฝั่งตะวันออก                          | 38   |
| 3.3.3 การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจาก<br>โครงการทำเรื่อน้ำลึกสงขลา | 39   |
| 3.3.4 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณตั้งแต่หมู่บ้านเก่าเลี้ยงถึงแหลมสนอ่อน           | 46   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                       | หน้า      |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4 ปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล</b>                                            | <b>67</b> |
| 4.1 แหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                              | 68        |
| 4.2 ปริมาณน้ำบาดาลในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่คาดว่าจะพัฒนาได้           | 75        |
| 4.3 แหล่งน้ำบาดาลแอ่งหัดใหญ่                                                | 78        |
| 4.4 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลในแอ่งหัดใหญ่                                       | 80        |
| 4.5 ปัญหาการรุกรานของน้ำเค็มในแหล่งน้ำบาดาลแอ่งหัดใหญ่                      | 83        |
| 4.6 แนวทางในการใช้น้ำบาดาลอย่างยั่งยืน                                      | 89        |
| <b>5 ความต้องการใช้น้ำและการชลประทาน</b>                                    | <b>93</b> |
| 5.1 ความต้องการใช้น้ำในปัจจุบัน                                             | 93        |
| 5.1.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค                                | 93        |
| 5.1.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรม                                      | 95        |
| 5.1.3 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ                                                 | 100       |
| 5.1.4 การใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม                                            | 102       |
| 5.2 ความต้องการใช้น้ำรวมเทียบกับปริมาณน้ำท่า                                | 103       |
| 5.3 โครงการชลประทาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                            | 113       |
| 5.3.1 โครงการชลประทานขนาดกลางและใหญ่                                        | 113       |
| 5.3.2 โครงการชลประทานขนาดเล็ก ศูนย์เกษตรเคลื่อนที่<br>และการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า | 119       |
| 5.3.3 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในอนาคต                                           | 120       |
| 5.4 ปริมาณการสูบน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด - กระแสสินธุ์         | 122       |
| 5.5 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน                                       | 126       |
| 5.5.1 ปริมาณฝนใช้ได้ (Effective rainfall)                                   | 126       |
| 5.5.2 ปริมาณการใช้น้ำของพืช                                                 | 132       |
| 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่า                                          | 143       |
| 5.7 การวิเคราะห์สมดุลของน้ำเพื่อการชลประทาน                                 | 148       |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                 | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| <b>6 ตะกอนและปัญหาการตื้นเขิน</b>                                     | 167  |
| 6.1 แหล่งที่มาของตะกอน                                                | 167  |
| 6.2 ปริมาณและอัตราการตกตะกอน                                          | 169  |
| 6.2.1 ปริมาณตะกอนจากปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ                    | 170  |
| 6.2.2 การหาอัตราการตกตะกอนในทะเลโดยการประยุกต์ใช้สารไอโซโทป           | 172  |
| 6.2.3 การถ่ายเทของตะกอนระหว่างทะเลสาบสงขลากับอ่าวไทย                  | 174  |
| 6.2.4 การคำนวณอัตราการตกตะกอนโดยใช้ Sediment trap                     | 174  |
| 6.2.5 การคำนวณอัตราการตกตะกอนจากการซ้อนทับแผ่นที่ความลึกน้ำ 2 ปี      | 175  |
| 6.2.6 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนจากการตรวจวัดภาคสนาม                  | 179  |
| 6.3 การใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขศึกษาพฤติกรรมของตะกอนแขวนลอยและการตกตะกอน | 180  |
| 6.4 สภาพปัญหาและสาเหตุของการตื้นเขิน                                  | 185  |
| 6.5 แนวทางจัดการและแก้ไข                                              | 188  |
| <b>7 คุณภาพน้ำในทะเลสาบและปัญหายูโทรฟิเคชัน</b>                       | 217  |
| 7.1 คุณภาพน้ำผิวดินและสภาวะมลพิษในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                 | 217  |
| 7.2 คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำในทะเลสาบสงขลา                              | 221  |
| 7.3 สาเหตุการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ                                     | 225  |
| 7.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำจากการเพาะเลี้ยงในทะเลสาบ                  | 230  |
| 7.5 ปัญหายูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)                                | 235  |
| 7.5.1 สาเหตุการเกิดยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบสงขลา                         | 235  |
| 7.5.2 ปริมาณสารอาหารในทะเลสาบสงขลา                                    | 237  |
| 7.5.3 ยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบสงขลา                                      | 239  |
| 7.5.4 ผลกระทบของยูโทรฟิเคชันต่อสภาพแวดล้อมในทะเลสาบสงขลา              | 241  |
| 7.6 แนวทางในการจัดการและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำและปัญหายูโทรฟิเคชัน       | 246  |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                                  | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>8 การรุกรานของน้ำเค็ม</b>                                                           | 249  |
| 8.1 คำนำ                                                                               | 249  |
| 8.2 สภาพความเค็มของน้ำในทะเลสาบสงขลา                                                   | 250  |
| 8.3 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเค็มในทะเลสาบสงขลา                                          | 253  |
| 8.4 แนวทางการสูบน้ำจากทะเลสาบมาใช้ประโยชน์สูงสุด                                       | 256  |
| 8.5 ส่วนประกอบของแบบจำลองคณิตศาสตร์                                                    | 258  |
| 8.5.1 แบบจำลองอุทกวิทยา                                                                | 258  |
| 8.5.2 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์                                                             | 259  |
| 8.5.3 แบบจำลองคุณภาพน้ำ                                                                | 260  |
| 8.6 การใช้งานแบบจำลอง                                                                  | 261  |
| 8.7 ปัญหาการรุกรานของน้ำเค็ม-เปิดปิดปากกระวะ                                           | 262  |
| 8.7.1 ความเป็นมา                                                                       | 262  |
| 8.7.2 ระบบประตูน้ำและฝายที่มีอยู่และการเชื่อมต่อของคลองระวะกับทะเลสาบ                  | 263  |
| 8.7.3 การเปิดปิด ประตู ปากกระวะ ตามแผนของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาระโนด - กระแสสินธุ์ | 273  |
| 8.7.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเค็มจากการเปิดปากกระวะโดยใช้แบบจำลอง                   | 274  |
| 8.7.5 ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพน้ำ-การใช้ที่ดินเมื่อเปิดคลองระวะ                     | 277  |
| 8.7.6 ข้อเสนอแนะในการเปิด-ปิดปากกระวะ                                                  | 278  |
| <b>9 ปัญหาน้ำท่วม</b>                                                                  | 307  |
| 9.1 สาเหตุของปัญหาน้ำท่วม                                                              | 307  |
| 9.2 สถิติการเกิดน้ำท่วม                                                                | 308  |
| 9.3 สภาพน้ำท่วมและความเสียหาย                                                          | 310  |
| 9.4 มาตรการที่จะใช้แก้ปัญหาน้ำท่วม                                                     | 311  |
| 9.5 แผนหลักการป้องกันน้ำท่วมของกรมชลประทาน                                             | 313  |
| 9.6 ค่าลงทุนสำหรับมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้าง                                            | 314  |
| 9.7 สรุปและข้อเสนอแนะ                                                                  | 317  |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                   | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>10 การสัญจรทางน้ำ เส้นทางเดินเรือ และปริมาณการเดินเรือ</b>           | 321  |
| 10.1 การสัญจรทางน้ำ                                                     | 321  |
| 10.2 การใช้ประโยชน์จากการชุดร่อนน้ำสายหลัก                              | 324  |
| <b>11 ปัญหาและการจัดการน้ำเสีย</b>                                      | 327  |
| 11.1 ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                      | 327  |
| 11.2 การใช้น้ำในชุมชนเพื่อการอุปโภค-บริโภค                              | 328  |
| 11.3 การใช้น้ำในกิจการอุตสาหกรรม                                        | 330  |
| 11.4 การใช้น้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ                                   | 334  |
| 11.5 การใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม                                         | 336  |
| 11.6 คุณภาพน้ำ                                                          | 338  |
| 11.6.1 คุณภาพน้ำทะเลสาบสงขลา                                            | 338  |
| 11.6.2 คุณภาพน้ำในลำคลองสาขาพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                  | 342  |
| 11.6.3 แหล่งมลพิษทางน้ำในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                         | 342  |
| 11.6.4 น้ำเสียจากชุมชน                                                  | 345  |
| 11.6.5 น้ำเสียอุตสาหกรรม                                                | 350  |
| 11.6.6 ฟาร์มสุกร                                                        | 354  |
| 11.6.7 น้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงกุ้ง                                      | 359  |
| 11.6.8 น้ำเสียจากพื้นที่เกษตรอื่นๆ                                      | 360  |
| 11.7 สัดส่วนภาระบรรทุก BOD (BOD Loading) ของน้ำเสียแต่ละประเภท          | 361  |
| 11.8 แนวทางการจัดการน้ำเสียในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                        | 367  |
| 11.8.1 การกำหนดเกณฑ์และค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง                                | 368  |
| 11.8.2 แนวทางการควบคุมปริมาณมลสารที่เกี่ยวกับสารอาหารพืช                | 370  |
| 11.8.3 แนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม<br>จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ | 373  |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                            | หน้า         |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>12 ปัญหาและการจัดการขยะมูลฝอย</b>                                             | <b>377</b>   |
| 12.1 ปัญหาขยะมูลฝอยในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                                  | 377          |
| 12.2 การจัดการขยะมูลฝอย                                                          | 388          |
| 12.2.1 องค์ประกอบมูลฝอยของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา                             | 388          |
| 12.2.2 ปริมาณการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่<br>ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา | 391          |
| 12.2.3 การวิเคราะห์ปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอย<br>ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา   | 394          |
| 12.2.4 สภาพปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอย                                           | 395          |
| 12.2.5 การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบครบวงจร                                         | 399          |
| 12.2.6 เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย                                                | 401          |
| 12.2.7 แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากชุมชน                                     | 402          |
| 12.2.8 นโยบายและการบริหารจัดการขยะในชุมชน                                        | 402          |
| 12.2.9 แนวทางการลดขยะที่แหล่งกำเนิด                                              | 405          |
| 12.2.10 ความร่วมมือระหว่างท้องถิ่นในรูปแบบสหการ                                  | 406          |
| <b>คณะกรรมการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา</b>                                        | <b>(i)</b>   |
| <b>คณะกรรมการกำกับโครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา</b>            | <b>(ii)</b>  |
| <b>คณะผู้ศึกษา</b>                                                               | <b>(iii)</b> |