TISD2008

The 2nd Technology and Innovation for Sustainable Development Conference

January 28–29, 2008

Khon Kaen, Thailand

Abstract Collection

เอกสารรวบรวมบทคัดย่อ

Organized by

Faculty of Engineering, Khon Kaen University

North-Eastern Engineering Institute of Thailand Under H.M. the King's Patronage

Sustainable Infrastructure Research and Development Center (SIRDC)

Energy Management and Conservation Office (EMCO), Khon Kaen University

Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management

Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)

Agricultural Machinery and Postharvest Technology Center

ISBN 978-974-09-0928-6

MESSAGE FROM THE DEAN

It is a great pleasure to welcome you to TISD2008, the 2nd Technology and Innovation for Sustainable Development Conference. It is an honor for the Faculty of Engineering of Khon Kaen University to organize this conference for active and dynamic researchers in science, technology and engineering to exchange and disseminate new knowledge as well as create mutual linkages among the participants.

The conference is organized to enhance sustainable development of the nations in the Greater Mekong Subregion (GMS). The goal for all countries is sustainable growth, which requires economic progress while maintaining the integrity of our natural resources. Advancements in the science and technology fields are critical to efficient use of natural resources as well as to providing solutions for the nations to deal with the economic challenges. The TISD conferences is open for discussion and learning between experts in different fields which include agriculture, energy, medicine, electrical engineering, telecommunications, environment, nanotechnology, computers, information technology, machines, logistics, transportation, materials, construction, and civil engineering, and we are honored to have Professor Piyawat Boonlong, Professor Harada Hideki, and Dr. Noriyuki Aibe as our keynote speakers.

The successful organization of TISD has required the talents, dedication and time of many reviewers and strong support from sponsors. The main sponsors of this conference are

- Khon Kaen University
- The Engineering Institute of Thailand Under H.M. the King's Patronage
- Commission on Higher Education
- The EGAT Public Company Limited
- The Port Authority of Thailand
- Energy Research and Development Institute, ChiangMai University
- Energy Engineering Institute, Kasetsart University
- Tri Petch ISUZU Sales Co.,Ltd.
- Eastern Polymer Industry Co.,Ltd.
- Lighting & Equipment Public Company Limited
- Toyota Motor Thailand Co.,Ltd.
- Woranitath Ltd., Part (A Company in WORA Group)
- Agricultural Machinery and Post Harvest Technology Center, Khon Kaen University
- Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management, Khon Kaen University
- Sustainable Infrastructure Research and Development Center (SIRDC), Khon Kaen University
- Energy Management and Conservation Office (EMCO), Khon Kaen University

The support from these sponsors is gratefully acknowledged. Special gratitude and appreciation are due to the various committees responsible for the content of the technical program and the organization of the conference.

We are convinced that TISD can provide all participants with good opportunities to enrich their professional knowledge and become a benefit to their society. We hope that the participants will find the conference both enjoyable and valuable, and also enjoy the architectural, cultural and natural beauty of Khon Kaen and its neighbors.

Thank you for joining us at TISD 2008.

(Associate Professor Dr. Somnuk Theerakulpisut)
Dean of the Faculty of Engineering, Khon Kaen University
Chair of the TISD2008
Conference Steering Committee

SPONSOR
ERDI
ISUZU
LTE LIGHTING & EQUIPMENT
TOYOTA
WORA GROUP

Technology and Innovation for Sustainable Development Conference
The 2nd การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน
January 28-29, 2008 Khon Kaen, Thailand
Organized by
ISBN 978-974-09-0928-6
TISD 2008
Message from The Dean
Keynote Speaker
Invited Speaker
International Conference
National Conference
Organizer
Sponsor
Close

หัวข้อ

- 01: Agriculture
- 02: Water Resources,Logistic,Transportation,Material, Construction,Structure
- 03: Machines,Energy
- 04: Electronics,Telecomunications
- 05: IT,Computers
- 06: Medicine,Science,Nanotechnology
- 07: Environment
- 08: Others

01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08

07_001_2008T: การบำบัดสีน้ำเสียจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษโดยขบวนการโฟโตแคตาไลซิสด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์

07_003_2008T: การเตรียมและทดสอบหลอดดูดซับจากถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าวสำหรับการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหย

07_004_2008T: การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระทงที่ประดิษฐ์จากพลาสติกโฟม

07_005_2008T: การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงบูรณาการเพื่อทำแผนที่เชิงเลขของพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพอง

07_006_2008T: จลนศาสตร์การดูดซับเมทิวลีนบลูโดยใช้เปลือกถั่วลิสง

07_009_2008T: การกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายในอากาศเสียด้วยฟองแก๊สแอฟรอน (CGA) ร่วมกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน

07_010_2008T: การประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ภายในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง

07_011_2008T: การประยุกต์ใช้ไคโตซานและไคโตซานดัดแปรในการดูดซับน้ำมันหล่อเย็น

07_012_2008T: เปรียบเทียบการดูดดึงแคดเมียมโดยอ้อยที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนในพื้นที่กับเรือนทดลอง

07_014_2008T: การปรับปรุงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

SPONSOR
ERDI
ISUZU
LTE LIGHTING & EQUIPMENT
TOYOTA
WORA GROUP

การประชุมวิชาการเทคโนโลยี และนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
28-29 มกราคม 2551

การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เชิงบูรณาการเพื่อทำแผนที่เชิงเลขของพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพอง

ทัศพร ธนจาตุรนต์ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์
ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
E-mail: t_tussaporn@kku.ac.th

บทคัดย่อ

พื้นที่ชุ่มน้ำมีความสำคัญต่อระบบนิเวศน์และการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต การบริหารพื้นที่ชุ่มน้ำจำเป็นต้องมีข้อมูลที่แสดงการกระจาย และจำแนกประเภทของพื้นที่ชุ่มน้ำ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนที่เชิงเลขด้วยข้อมูลพื้นที่เชิงบูรณาการของพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพอง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 6,200 ตร.กม. ปัจจัยการวิเคราะห์ 7 ปัจจัย คือ ลักษณะภูมิสัณฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มดิน สถานภาพลำน้ำ แหล่งน้ำ ขนาดแหล่งน้ำ เขตพื้นที่ชลประทาน และคลองชลประทาน ข้อมูลนำเข้าเหล่านี้ได้จากการปรับปรุงฐานข้อมูล และทำข้อมูลให้เป็นปัจจุบันด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat ระบบ TM ที่บันทึกภาพในปี พ.ศ. 2546-2548 จากนั้นจึงวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการซ้อนทับแบบกำหนดปัจจัย ผลการศึกษาพบว่าในลุ่มน้ำพองประกอบไปด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ 3 ระบบ คือ Riverine (6.65%) Lacustrine (5.65%) และ Palustrine (9.76%) โดยมีการกระจายตัวของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งหมดบริเวณลุ่มน้ำพองตอนบนและล่างในสัดส่วนใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามพื้นที่ชุ่มน้ำชนิด Riverine ที่จัดว่ามีระดับนัยสำคัญกับพื้นที่จะพบในบริเวณลุ่มน้ำพองตอนล่างมากกว่าเนื่องจากเป็นพื้นที่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ มีระดับความสูงของพื้นที่ต่ำ และมีการทำชลประทานในพื้นตอนล่างของลุ่มน้ำ

คำสำคัญ Wetland, GIS, Remote sensing

1. บทนำ

ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารสำคัญ ทั้งยังเป็นแหล่งเติมน้ำใต้ดิน (Recharge) ที่ดี คอยควบคุมการไหลบ่าของน้ำในฤดูฝน รวมไปถึงการกำจัดสารพิษปนเปื้อนด้วยวิธีการธรรมชาติ [1] ด้วยคุณประโยชน์ของพื้นที่ชุ่มน้ำดังกล่าวทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศน์ และการดำรงชีวิต แต่ผลจากการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้ความต้องการใช้ทรัพยากรภายในพื้นที่ชุ่มน้ำมีมากขึ้น ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อสภาพบางประการในพื้นที่ เช่น ปัญหาคุณภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนด้วยสารมลภาวะ และความเสื่อมโทรมลงของลำน้ำ เป็นต้น เพื่อมิให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในทางลดลงของคุณภาพพื้นที่ชุ่มน้ำจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมและอนุรักษ์การใช้งานพื้นที่ชุ่มน้ำอย่างเหมาะสม ซึ่งขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการจัดทำแผนที่แสดงลักษณะของพื้นที่ชุ่มน้ำที่ปรากฏอยู่ตามจริง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการระบุขอบเขตการบริหารจัดการภายในพื้นที่ในระดับลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำพอง เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบไปด้วยลำห้วย ซึ่งมีแม่น้ำสายสำคัญ คือ ลำน้ำพองไหลผ่านพื้นที่ลุ่มน้ำพองตอนบนลงมายังลุ่มน้ำพองตอนล่าง ทำให้ภายในพื้นที่มีลักษณะภูมิทัศน์ประเภท ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) คันดิน (Levee) ที่ลุ่มหลังคันดิน (Back swamp) ทะเลสาบรูปแอก (เช่น กุด และหนอง) และพื้นที่น้ำขังซึ่งมักปรากฏอยู่ไม่ห่างจากลำน้ำ การจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพองจะเป็นประโยชน์ในการบริหาร และอนุรักษณ์ลุ่มน้ำเนื่องจากลุ่มน้ำพองเป็นลุ่มน้ำอเนกประสงค์ที่ใช้ประโยชน์ทั้งด้านอุตสาหกรรม การเกษตร การอุปโภค-บริโภค การศึกษาระบบพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพองน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สนับสนุนต่อการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

จัดทำแผนที่เชิงเลขด้วยข้อมูลพื้นที่เชิงบูรณาการของพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพอง

3. วรรณกรรมปริทัศน์

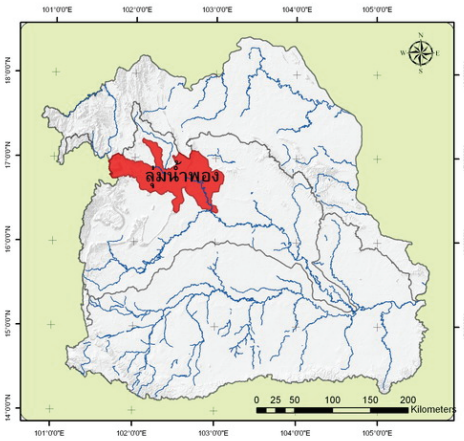
พื้นที่ชุ่มน้ำตามคำจัดความของอนุสัญญาแรมซาร์ (Ramsar convention) หมายถึง ที่ลุ่ม ที่ราบลุ่ม ที่ลุ่มชื้นแฉะ พรุ แหล่งน้ำทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือน้ำท่วมอยู่ถาวรและชั่วครั้งชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล น้ำจืด กร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเลและที่ในทะเล บริเวณซึ่งเมื่อน้ำลดลงต่ำสุดมีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร [2]

ปัจจุบันมีระบบการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำอยู่มากมาย แต่ละระบบจะพยายามอธิบายลักษณะที่ชัดเจนของพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อให้เข้าใจหน้าที่และคุณค่าของพื้นที่ชุ่มน้ำมากยิ่งขึ้น ดังเช่น ระบบการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำของสหรัฐอเมริกาซึ่งจำแนกโดยอาศัยลักษณะของพืชน้ำ ดิน น้ำขัง และความถี่ของการเกิดน้ำท่วมขัง เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ สามารถแบ่งพื้นที่ชุ่มน้ำออกเป็น 4 ระบบ คือ ระบบ Marine Estuarine Riverine Lacustrine และ Palustrine [3] ขณะที่ประเทศแคนาดาใช้การจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำตามลักษณะของการเกิดและสภาพตามธรรมชาติของสิ่งแวดล้อม แบ่งพื้นที่ชุ่มน้ำออกเป็น 4 ประเภท คือ พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีลักษณะเป็นลำห้วย (The bog wetland) พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ (The marsh wetland) พื้นที่ลุ่มน้ำขัง (The swamp wetland) และพื้นที่น้ำตื้น (The shallow wetland) เป็นต้น [4] ต่อมาในปี พ.ศ.2533 ได้มีการดัดแปลงระบบจำแนกของ Dugan โดยแบ่งระดับการจำแนกออกเป็น 4 ระดับ คือ ชนิด (Type) ระบบ (System) ระบบย่อย (Subsystem) และชั้น (Class) โดยแบ่งชนิดออกเป็น 2 ชนิด คือ น้ำเค็ม (Salt water) และน้ำจืด (Fresh water) แบ่งระบบเป็น 7 ระบบ คือ ระบบ Marine/ Coastal, Estuarine, Coastal lagoon, Inland, Riverine, Lacustrine และ Palustrine โดยเป็นระบบย่อย 24 ระบบ และ 81 ชั้น [5] ลักษณะเกณฑ์การจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำข้างต้น ได้ถูกนำมาประยุกต์และปรับให้เข้ากับการเลือกใช้งานที่เหมาะสมกับพื้นที่ในประเทศต่างๆ สำหรับการจัดเตรียมฐานข้อมูลที่ในการวิเคราะห์ปัจจุบันนิยมใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลตั้งต้น และทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว และเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างงานวิจัยพื้นที่ชุ่มน้ำดังเช่น การศึกษาของ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และเนาวรัตน์ สมบัติภูธร ปี พ.ศ. 2540 [6] ซึ่งได้ร่วมกันจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ชุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำหนดค่าปัจจัยการซ้อนทับโดยอ้างอิงระบบการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำที่ดัดแปลงจากระบบของ Dugan (1990) ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เกือบทั้งหมดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำชนิดน้ำจืด ประกอบด้วย 3 ระบบ คือ Palustrine, Riverine และ Lacustrine มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 30.71 4.94 และ 1.45 ตามลำดับ ต่อมาในปี พ.ศ. 2541เนาวรัตน์ สมบัติภูธร [7] ได้ทำการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำสงครามโดยใช้ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะการใช้ข้อมูลพื้นที่ดินเค็มร่วมกับผลการตรวจวัดค่าระดับความเค็มของน้ำ ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำได้ 2 ชนิด คือ ชนิดน้ำจืด และน้ำเค็ม ซึ่งจากพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งหมดร้อยละ 55.20 พบลักษณะที่เป็นน้ำเค็มเพียงร้อยละ 0.24 อันเป็นผลจากการทำนาเกลือในพื้นที่

อย่างไรก็ตามยังคงมีงานวิจัยอีกมากมายที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้งานข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันไปในรูปแบบการวิเคราะห์ และระบบการจำแนกทั้งนี้ขึ้นกับความเหมาะสมของพื้นที่และความต้องการของผู้ศึกษา

4. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำพอง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16°0'0"- 17°0'0" N และระหว่างเส้นแวงที่ 101°0'0"- 103°0'0" E (รูปที่ 1) มีพื้นที่ทั้งหมด 6,290.43 ตร.กม. สามารถแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็น ลุ่มน้ำพองตอนบน และลุ่มน้ำพองตอนล่าง มีลำน้ำที่สำคัญ คือ ลำน้ำพอง ซึ่งจะไหลลงสู่แม่น้ำชีส่วนที่ 4 ซึ่งลำน้ำพองเป็นแหล่งการเพาะเลี้ยงปลา และใช้น้ำเพื่อการเกษตร อุตสาหกรรม อุปโภคบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีเขื่อนอุบลรัตน์ที่เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำพอง ระดับสูงของพื้นที่โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 180-330 ม.รทก. ลักษณะภูมิสัณฐานที่พบร้อยละ 52.46 ของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ถูกกัดกร่อนบริเวณที่ราบเชิงเขา และภูเขา นอกนั้นจะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดซึ่งประกอบด้วย ที่ราบขั้นบันไดระดับสูง กลาง ต่ำ และที่ราบน้ำท่วมถึง การใช้ที่ดินร้อยละ 68.51 ของพื้นที่ถูกใช้เพื่อการเกษตรกรรมประเภทนาข้าวและพืชไร่ ในลุ่มน้ำพองตอนล่างริมฝั่งแม่น้ำพองมีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก เช่น โรงงานเยื่อกระดาษ โรงงานน้ำตาล โรงงานสุรา และอื่นๆ



รูปที่ 1. พื้นที่ศึกษา

5. วิธีการศึกษา

จัดทำแผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำลุ่มน้ำพอง โดยดัดแปลงการกำหนดหน่วยพื้นที่ชุ่มน้ำจากระบบจำแนกของ Dugan (1990) ซึ่งมีระบบการจำแนกพื้นที่บางส่วนของลุ่มน้ำพองในตารางที่ 5 ดำเนินการศึกษาภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การตรวจสอบเอกสาร เพื่อจัดเตรียมและกำหนดเงื่อนไขให้แก่ชั้นข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยอ้างอิงตามเนาวรัตน์ สมบัติภูธร (2541) (แสดงรายการข้อมูลในตารางที่ 1) จากนั้นจึงทำการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งมีระบบจำแนกตาม Dugan (1990) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 การตรวจสอบเอกสารเพื่อจัดเตรียมและกำหนดเงื่อนไขให้แก่ชั้นข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

- *การตรวจสอบเอกสาร* : ศึกษาระบบจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำโดยตรวจสอบจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทราบแนวทางการวิเคราะห์ และปัจจัยที่จำเป็นในการศึกษา

- *การกำหนดค่าเงื่อนไขให้แก่ชั้นข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้อง* : จัดเตรียมปัจจัยที่ต้องการใช้ในการศึกษาซึ่งในที่นี้ประกอบด้วย ชั้น

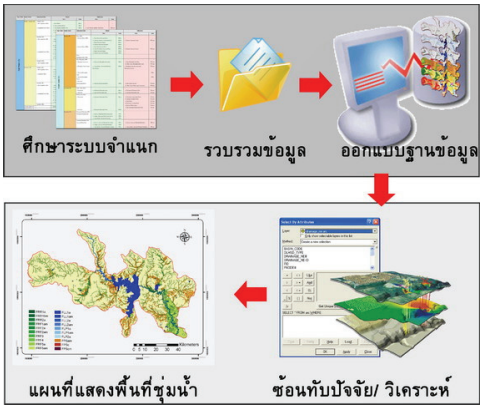
ข้อมูล 7 ชั้น คือ ลักษณะภูมิสัณฐาน ดิน สถานภาพลำน้ำ สถานภาพแหล่งน้ำ ขนาดพื้นที่แหล่งน้ำ ขอบเขตชลประทาน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยเหล่านี้จะถูกกำหนดเงื่อนไขให้ใหม่โดยการจัดกลุ่มค่าข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (Reclassify) ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 3

5.2 การจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำตามระบบจำแนกของ Dugan 1990

คุณลักษณะของหน่วยพื้นที่ชุ่มน้ำที่ระบุไว้ในระบบการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำของ Dugan 1990 จะถูกปรับเทียบให้เป็นเงื่อนไขความสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละตัวในการวิเคราะห์ เมื่อทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลเข้าด้วยกันแล้ว การกำหนดหน่วยพื้นที่ชุ่มน้ำอาศัยเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 1. รายการข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ชั้นข้อมูล	มาตราส่วน	ที่มา
ลักษณะภูมิสัณฐาน	1:250,000	แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร แผนที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ดีความภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท พ.ศ. 2538
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	1:50,000	แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร ดีความภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท พ.ศ. 2545
กลุ่มดิน (Soil group)	1: 50,000	แผนที่กลุ่มดิน กรมพัฒนาที่ดิน
ลำน้ำ	1:50,000	แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร ดีความภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท พ.ศ. 2546
แหล่งน้ำ	1:50,000	
คลองชลประทาน	1:50,000	แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร
พื้นที่ชลประทาน	1: 50,000	กรมชลประทาน



รูปที่ 2. ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำ

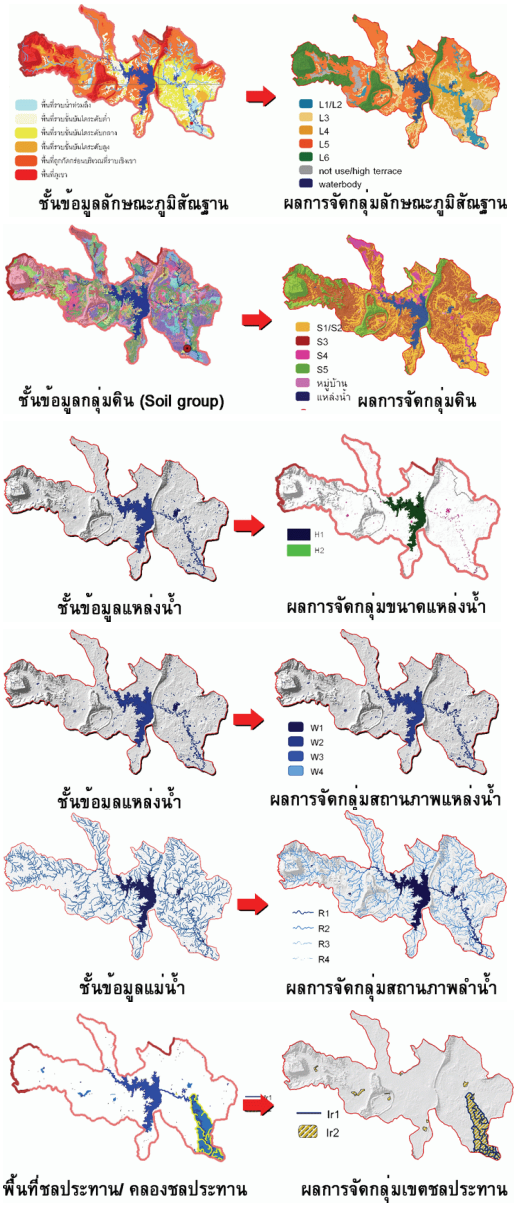
ตารางที่ 2. การจัดกลุ่มค่าข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ของปัจจัย

เงื่อนไขปัจจัยอ้างตาม เหาวัฒน์ สมบัติกูธร (2541)			การดัดแปลงเงื่อนไข		
ชั้นข้อมูล	เงื่อนไขเดิม		ชั้นข้อมูล	คุณลักษณะในชั้นข้อมูล	เงื่อนไข
รรณีสัณฐาน	L1	พื้นที่สันดินริมน้ำ	Landform	พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง	L1/L2
	L2	พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง			
	L3	พื้นที่ราบชั้นบันไดระดับต่ำ		พื้นที่ราบชั้นบันไดระดับต่ำ	L3
	L4	พื้นที่ราบชั้นบันไดระดับกลาง		พื้นที่ราบชั้นบันไดระดับกลาง	L4
	L5	พื้นที่เหลือค้างจากการถูกกระล้าง		พื้นที่ถูกกัดกร่อนบริเวณที่ราบเชิงเขา	L5
	L6	พื้นที่เหลือจากการถูกกัดกร่อน		พื้นที่ภูเขา	L6
ข้อมูลดิน	S1	ชุดดินที่เกิดในพื้นที่สันดินริมน้ำ	Soil_group	ดินนา[1]	S1/S2
	S2	ชุดดินที่เกิดในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง			
	S3	ชุดดินที่เกิดในพื้นที่ราบชั้นบันไดระดับต่ำ		ดินดอน[2]	S3
	S4	ชุดดินที่เกิดในพื้นที่ราบชั้นบันไดระดับต่ำและกลาง		ดินดอนดินนา, ดินนา/ดินดอน[3] ดินนา/ดินดอน/ดินดอน[4] ดินนา/ดินนา/ดินดอน[5]	S4
	S5	ชุดดินอื่นๆ		อื่นๆ	S5
ขนาดพื้นที่แหล่งน้ำ	H1	ขนาดแหล่งน้ำที่มีพื้นที่ >= 8 เอกแตร์	Waterbody (w_size)[6] (w_status)[7]	แหล่งน้ำที่มีพื้นที่ >= 8 เอกแตร์	H1
	H2	ขนาดแหล่งน้ำที่มีพื้นที่ <= 8 เอกแตร์		แหล่งน้ำที่มีพื้นที่ <= 8 เอกแตร์	H2
สถานภาพแหล่งน้ำ	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติมีน้ำตลอดปี		แหล่งน้ำธรรมชาติมีน้ำตลอดปี	W1
	W2	แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีน้ำตลอดปี		เขื่อน อ่างเก็บน้ำ	W2
	W3	แหล่งน้ำธรรมชาติมีน้ำบางฤดูกาล		-	-
	W4	แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีน้ำตลอดปี		-	-

ตารางที่ 2. การจัดกลุ่มค่าข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ของปัจจัย (ต่อ)

เงื่อนไขปัจจัยอ้างตาม เหาวัฒน์ สมบัติกูธร (2541)			การดัดแปลงเงื่อนไข		
ชั้นข้อมูล	เงื่อนไขเดิม		ชั้นข้อมูล	คุณลักษณะในชั้นข้อมูล	เงื่อนไข
สถานภาพลำน้ำ	R1	เส้นทางน้ำสายหลักหรือแม่น้ำขนาดใหญ่	Drainage	แม่น้ำ ลำคลอง และลำห้วยที่มีน้ำไหลตลอดปี	R1/R2/R3
	R2	เส้นทางน้ำสายรองและไหลตลอดปี			
	R3	เส้นทางน้ำสาขาไหลตลอดปี			
	R4	เส้นทางน้ำสาขาไหลไม่ตลอดปี		ลำคลอง ห้วย ที่น้ำไม่ไหลตลอดปี	R4
ขอบเขตชลประทาน	Ir1	คลองชลประทาน	Irr_canal	คลองชลประทาน	Ir1
	Ir2	พื้นที่รับน้ำชลประทาน	Irr_area	พื้นที่ชลประทาน	Ir2
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	Lu1	นาข้าว	Landuse	นาข้าว	Lu1
	Lu2	พืชไร่		พืชไร่	Lu2
	Lu3	ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่มเตี้ย		ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่มเตี้ย	Lu3
	Lu4	พื้นที่ลุ่มน้ำขัง		พื้นที่ลุ่ม	Lu4
	Lu5	ป่าเบญจพรรณ		ป่าเบญจพรรณ	Lu5
	Lu6	ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง		ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง	Lu6
	Lu7	ป่าริมน้ำ		ป่าริมน้ำ ไม้ริมน้ำ	Lu7
	Lu8	อ้อย		อ้อย	Lu8
	Lu9	ยางพารา		ยางพารา	Lu9
	Lu10	สวนผลาไม้ยืนต้น		สวนผลาไม้ยืนต้น	Lu10
	Lu11	ไม้ผลผสม		ไม้ผลผสม	Lu11
	Lu12	หมู่บ้าน		หมู่บ้าน	Lu12
	Lu13	นาเกลือ		นาเกลือ	Lu13

จากตารางที่ 2 แสดงผลการจัดกลุ่มค่าชั้นข้อมูลดังรูปที่ 3



รูปที่ 3. ผลการจัดกลุ่มเงื่อนไข (Reclassify)

สำหรับชั้นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้น (เช่น ชั้นข้อมูลสถานภาพลำน้ำ และคลองชลประทาน) ถูกสร้างระยะกันชนออกมา

เพื่อให้แสดงด้วยแนวเขตพื้นที่ห่างจากลำน้ำ และใช้วิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นได้

ตารางที่ 3. เงื่อนไขในการกำหนดหน่วยพื้นที่ชุ่มน้ำ

หน่วยพื้นที่ชุ่มน้ำ			เงื่อนไข
Fresh water type	Riverine	FRR1a	(L1/L2) ∩ (R1/R2/R3)
		FRR1bm	(L1/L2) ∩ (Ir1)
		FRR2a	(L1/L2) ∩ (R4)
		FRF1am	[(L1/L2) ∩ (Lu1) ∩ (S1/S2)] ⁄ (Ir2)
		FRF2a	[(L1/L2) ∩ (Lu3 or Lu5 or Lu6 or Lu7) ∩ (S1/S2)] ⁄ (Ir2)
		FRF2am	[(L1/L2) ∩ (Lu2 or Lu8 or Lu10 or Lu11) ∩ (S1/S2)] ⁄ (Ir2)
		FRF3	(L1/L2) ∩ (S1/S2) ∩ (H1) ∩ (W1 or W2)
		FRF4	(L1/L2) ∩ (S1/S2) ∩ (H2) ∩ (W1 or W2)
		FRF5a	(L1/L2) ∩ (Lu4)
		FRF5am	(Ir2) ∩ (Lu1)
		FRF5bm	(Ir2) ∩ (Lu8 or Lu9 or Lu10 or Lu11)
	Lacustrine	FLL1a	[(H1) ∩ (W1)] ⁄ [(S1/S2) ∩ (L1/L2)]
		FLL1am	[(H1) ∩ (W2)] ⁄ [(S1/S2) ∩ (L1/L2)]
		FLL2a	[(H1) ∩ (W3)] ⁄ [(S1/S2) ∩ (L1/L2)]
		FLL2am	[(H1) ∩ (W4)] ⁄ [(S1/S2) ∩ (L1/L2)]
		FLP1a	[(H2) ∩ (W1)] ⁄ [(S1/S2) ∩ (L1/L2)]
		FLP1am	[(H2) ∩ (W2)] ⁄ [(S1/S2) ∩ (L1/L2)]
		FLP2a	[(H2) ∩ (W3)] ⁄ [(S1/S2) ∩ (L1/L2)]
	Palustrine	FPSam	[(S1/S2 or S3) ∩ (L1/L2 or L3) ∩ (Lu1)] ⁄ (Ir2)
		FPSc	[(S1/S2 or S3) ∩ (L1/L2 or L3) ∩ (Lu3 or Lu5 or Lu6 or Lu7)] ⁄ (Ir2)
		FPScm	[(S1/S2 or S3] ∩ (L1/L2 or L3) ∩ (Lu9 or Lu10 or Lu11)] ⁄ (Ir2)

หมายเหตุ ∩ = หรือ, ⁄ ไม่เท่ากับ

6. ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์พื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพองด้วยวิธีการซ้อนทับชั้นข้อมูลปัจจัย 7 ปัจจัย ตามเงื่อนไขที่ดัดแปลงจากระบบการจำแนกของ Dugan (1990) สามารถจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำชนิดน้ำจืดในพื้นที่ได้เท่ากับ 22.06% จากพื้นที่ทั้งหมด โดยแบ่งออกเป็น 3 ระบบ (รูปที่ 4) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 ระบบ Riverine

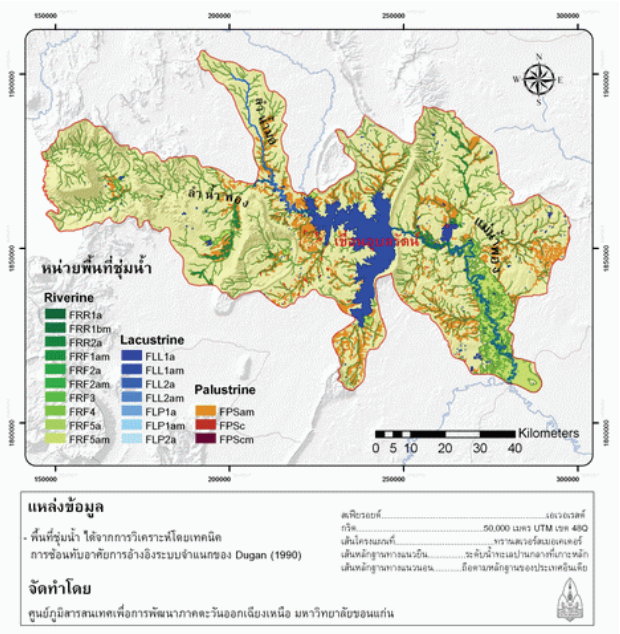
เป็นระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีลักษณะเป็นส่วนของลำน้ำ แม่น้ำ คลอง น้ำตก และอื่นๆ รวมไปถึงพื้นที่แหล่งน้ำที่พบในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง อาจมีการท่วมตลอดทั้งปีหรือเป็นบางฤดูกาล (ดังรูปที่ 6ก) ผลการศึกษาแบ่งระบบ Riverine ที่ปรากฏในพื้นที่ออกเป็น 10 หน่วย คือ หน่วยที่เป็นส่วนของแม่น้ำลำคลอง (River: FRR) มีพื้นที่คิดเป็น 0.91% จากพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่ FRR1a FRR1bm และ FRR2a และหน่วยพื้นที่แหล่งน้ำในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง (River floodplain: FRF) มีพื้นที่รวมเท่ากับ 5.74% ได้แก่ FRF1am FRF2a FRF2am FRF3 FRF4 FRF5a และ FRF5am โดยพบหน่วยพื้นที่ FRF5am มากที่สุด 4.75% (ตารางที่ 4) สามารถพบพื้นที่ชุ่มระบบ Riverine กระจายตัวทั่วไปตลอดแนวแม่น้ำ ลำน้ำ และคลอง รวมถึงเขตชลประทานซึ่งลุ่มน้ำพองตอนล่างมีพื้นที่ในระบบ Riverine มากกว่าลุ่มน้ำพองตอนบน

6.1 ระบบ Lacustrine

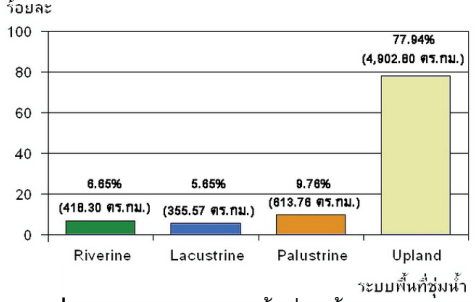
เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีลักษณะเป็นแหล่งน้ำผิวดิน ปรากฏอยู่นอกเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง แหล่งน้ำเหล่านี้อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น หนองน้ำ สระ หรือบ่อน้ำ และแหล่งน้ำที่ถูกสร้างขึ้น เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ บ่อบำบัดน้ำเสีย หรือบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น (รูปที่ 6ข) ทำการจำแนกหน่วยพื้นที่ชุ่มน้ำประเภท Lacustrine ออกเป็น 2 กลุ่ม ตามขนาดของแหล่งน้ำ คือ ขนาดแหล่งน้ำที่มีพื้นที่มากกว่าหรือเท่ากับ 8 เฮกแตร์ (Lake: FLL) มีพื้นที่เท่ากับ 5.55% จากพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่ FLL1a FLL1am FLL2a และ FLL2am ขณะที่พื้นที่แหล่งน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 8 เฮกแตร์ (Pond: FLP) มีพื้นที่รวมเท่ากับ 0.10% ได้แก่ FLP1a FLP1am และ FLP2a (ตารางที่ 4) การกระจายตัวของพื้นที่ชุ่มน้ำประเภท Lacustrine พบในลุ่มน้ำพองตอนบนมากถึง 5.16% เนื่องจากมีเขื่อนขนาดใหญ่ คือ เขื่อนอุบลรัตน์

6.3 ระบบ Palustrine

เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่พบในพื้นที่ลุ่ม ลูกคลื่นลอนลาด ซึ่งอาจมีน้ำขังในหลุมหรือแอ่งบางฤดูกาล สภาพการกักขังของน้ำภายในพื้นที่อาจเกิดจากผลของการสร้างเขตชลประทาน การทำนา รวมไปถึงพื้นที่บุ่ง-ทาม เป็นต้น (ดังรูปที่ 6ค) ในที่นี้ได้จำแนกระบบ Palustrine ออกเป็น 3 หน่วย ได้แก่ FPSam FPSc และ FPScm คิดเป็นพื้นที่ 9.46% 0.28% และ 0.01% ตามลำดับ การกระจายตัวของพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทนี้พบรอบแนวลำน้ำของลุ่มน้ำพองตอนบนมากกว่าลุ่มน้ำพองตอนล่างเนื่องจาก สภาพพื้นที่ผิวเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง มีดินนา และดินสันดอนที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมขังง่าย จึงมีการทำนาในพื้นที่มากกว่า กว่าโดยเฉพาะพื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำพองตอนบน



รูปที่ 4 แสดงหน่วยแผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำลุ่มน้ำพอง



รูปที่ 5 แสดงสัดส่วนระบบพื้นที่ชุ่มน้ำจากการจำแนก

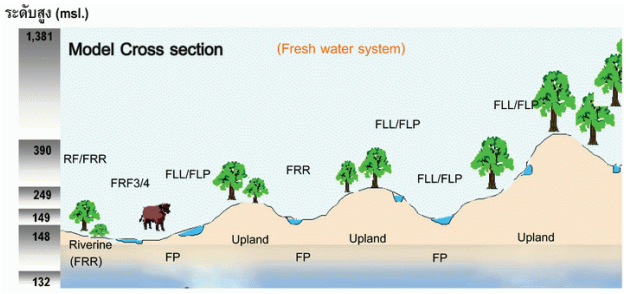
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หน่วยพื้นที่ชุ่มน้ำแยกตามลุ่มน้ำย่อย

ระบบ	ชั้นจำแนก	ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)/ (%)				รวม พื้นที่ (ตร.กม.)
		พองตอนบน		พองตอนล่าง		
Riverine	FRR1a	15.95	0.25	15.91	0.25	31.86
	FRR1bm	0.00	0.00	1.10	0.02	1.1
	FRR2a	13.79	0.22	10.10	0.16	23.89
	FRF1am	20.03	0.32	18.87	0.30	38.9
	FRF2a	0.12	0.00	0.25	0.00	0.36
	FRF2am	0.88	0.01	3.19	0.05	4.07
	FRF3	0.25	0.00	0.35	0.01	0.61
	FRF4	0.03	0.00	0.16	0.00	0.18
	FRF5a	1.28	0.02	17.36	0.28	18.64
	FRF5am	24.10	0.38	274.20	4.36	298.31
Lacustrine	FLL1a	5.30	0.08	20.23	0.32	25.53
	FLL1am	316.66	5.03	2.66	0.04	319.33
	FLL2a	0.17	0.00	3.91	0.06	4.08
	FLL2am	0.20	0.00	0.28	0.00	0.48
	FLP1a	0.57	0.01	1.02	0.02	1.59
	FLP1am	1.80	0.03	2.46	0.04	4.26
	FLP2a	0.06	0.00	0.37	0.01	0.44
Palustrine	FPSam	349.26	5.55	245.97	3.91	595.23
	FPSc	13.27	0.21	4.43	0.07	17.7
	FPScm	0.36	0.01	0.46	0.01	0.83
Upland		3,102.73	49.30	1,800.31	28.65	4,903.04
รวม		**3,866.82**	**64.44**	**2,423.61**	**38.56**	**6,290.43**

หมายเหตุ ระบบจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำแสดงดังตารางที่ 5

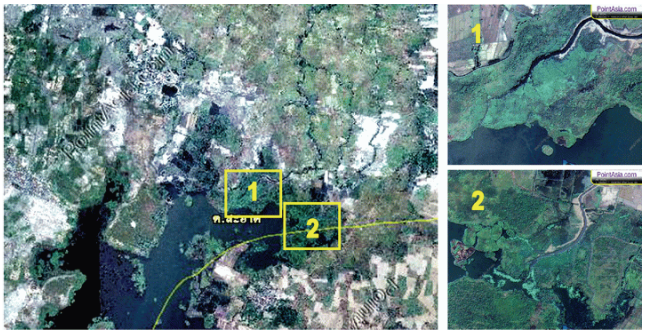
พิจารณาเปรียบเทียบพื้นที่ชุ่มน้ำ 3 ระบบ พบว่าในลุ่มน้ำพองมีพื้นที่ชุ่มน้ำระบบ Palustrine มากที่สุด (รูปที่ 5) แต่ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำดังกล่าวอาจไม่สามารถพบเห็นได้ตลอดปี โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในฤดูแล้งพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทนี้อาจไม่ปรากฏให้เห็นเลย เช่น พื้นที่นาข้าว หรือพื้นที่ป่าบุ่ง-ทาม เป็นต้น ต่างจากระบบระบบ Riverine และ Lacustrine ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในพื้นที่ และมีสถานะค่อนข้างถาวร จึงทำให้มีความสำคัญในเชิงระบบนิเวศน์ที่เด่นชัดกว่า เนื่องจากระบบที่มีอยู่ถาวรจะมีวัฏจักรการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เกิดเป็นความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ ลักษณะภาคตัดขวางพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพองแสดงดังรูปที่ 7

รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างลักษณะของพื้นที่ชุ่มน้ำระบบต่าง ๆ



รูปที่ 7 แสดงภาคตัดขวางพื้นที่ชุ่มน้ำลุ่มน้ำพอง

เมื่อตรวจสอบกับบัญชีรายการพื้นที่ชุ่มน้ำของอนุสัญญาแรมซาร์ พบว่าในเขตลุ่มน้ำพองมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญในระดับชาติ 1 แห่ง คือ พื้นที่ห้วยเสือเต้น จ. ขอนแก่น (รูปที่ 8) ซึ่งเป็นระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำในลำห้วยที่มีน้ำไหลผ่านตลอดปีลงสู่พื้นที่ทะเลสาบอุบลรัตน์ ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำแบบ Lacustrine ทำให้บริเวณรอบลำน้ำ และทะเลสาบเกิดสภาพน้ำขัง จึงมีความหลากหลายของระบบนิเวศน์พืชพรรณ และสิ่งมีชีวิตในพื้นที่แห่งนี้



รูปที่ 8 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird
พื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณห้วยเสือเต้น จ.ขอนแก่น

7. สรุปผลการศึกษา

จากผลการจัดทำแผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มน้ำพอง ตามระบบการจำแนกของ Dugan ทำให้สามารถแสดงแนวเขตพื้นที่ชุ่มน้ำออกมาได้อย่างชัดเจนทำให้ง่ายต่อการเข้าไปบริหารจัดการ ซึ่งแม้ลุ่มน้ำพองจะมีพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งหมดพียง 22.06% จากพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำ และในจำนวนนั้นเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีระดับนัยสำคัญต่อระบบนิเวศน์และสิ่งมีชีวิตเพียง 12% แต่อย่างไรก็ตามการมีอยู่ของพื้นที่ชุ่มน้ำเหล่านี้จะช่วยดำรงสภาพระบบนิเวศน์ของพื้นที่ให้มีความสมดุลและเอื้อประโยชน์ในการดำรงชีวิต การปล่อยให้พื้นที่ชุ่มน้ำโดยเฉพาะระบบที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติเสียหาย หรือเสื่อมคุณภาพไปโดยมิได้มีการควบคุมดูแล ย่อมทำลายความสมดุลของธรรมชาติไปอย่างน่าเสียดาย นอกเหนือจากนั้นยังอาจทำให้ภัยธรรมชาติบางประการทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการจัดทำแผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในแง่การเข้าไปจัดการดูแลพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่อย่างเป็นระบบต่อไป

8. ข้อเสนอแนะ

- การจัดทำแผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำนี้ไม่ได้พิจารณาปัจจัยวิเคราะห์พื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นน้ำเค็ม เนื่องจากแหล่งน้ำที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นน้ำจืด

- การจัดทำชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ อาศัยภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ระบบ TM ซึ่งมีความแยกชัดเชิงพื้นที่ 30*30 เมตร ร่วมกับการปรับเทียบด้วยแผนที่ภูมิประเทศ สถานภาพแหล่งน้ำบางชนิดที่มองไม่เห็นในภาพจึงไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาด้วย

- การแบ่งหน่วยพื้นที่ให้มีความจำเพาะเจาะจงมากขึ้น จำเป็นต้องอาศัยตัวแปรข้อมูลที่มากขึ้น เช่น ข้อมูลประวัติการเกิดน้ำท่วมหลายปี ซึ่งจะแสดงแนวเขตพื้นที่ชุ่มน้ำที่เกิดจากการท่วมขังในฤดูฝนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตารางที่ 5. ระบบจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำบางส่วนของ Dugan 1990 ที่ใช้ในการศึกษา

Type (Code)	System (Code)	Subsystem (Code)	Natural		Artificial (m)	
			Class	Code	Class	Code
Fresh water (F)	Riverine (FR)	River (FRR)				
		1. Perennial River (FRR1)	a. Pool (Pool in Perennial River)	FRR1a	-	-
			b. Channel (Channel in Perennial River)	FRR1b	b. Channel (Perennial Canal)	FRR1bm
			c. Rapid (Perennial Rapid)	FRR1c	-	-
			d. Waterfall (Perennial Waterfall)	FRR1d	-	-
		2. Seasonal River (FRR2)	a. Pool (Pool Seasonal River)	FRR2a	-	-
			b. Channel (Channel Seasonal River)	FRR2b	b. Channel (Seasonal Canal)	FRR2bm
			c. Rapid (Seasonal Rapid)	FRR2c	-	-
			d. Waterfall (Seasonal Waterfall)	FRR2d	-	-
		River Bank/Beach/Bar (FRB)				
		River Floodplain (FRF)				
		1. Floodplain Grassland	a. Grassland (Floodplian Grassland)	FRF1a	a. Rice (Floodplain Wet Rice)	FRF1am
					b. Other Crops (Floodplain other crop)	FRF1bm
		2. Floodplain Trees/Shrubs	a. Trees/Shrubs (Seasonally Flooded Trees/Shrubs)	FRF2a	a. Plantation/Orchards (Seasonally Plantation/Orchard)	FRF2am
		3. Seasonal Floodplain Lake				FRF3
		4. Seasonal Floodplain Pond				FRF4
		5. Seasonal Backswamp/Marsh	a. Seasonal Backswamp/Marsh	FRF5a	a. Rice (Wet in Season)	FRF5am
					b. Other Crops (Other crop in Seasonal)	FRF5bm
	Lacustrine (FL)	Lake (>8 ha) (FLL)				
		1. Permanent	a. Permanent Freshwater Lake	FLL1a	a. Permanent Freshwater Lake	FLL1am
		2. Seasonal	a. Seasonal Freshwater Lake	FLL2a	a. Seasonal Freshwater Lake	FLL2am
		Pond (>8 ha) (FLP)				
		1. Permanent	a. Permanent Freshwater Pond	FLL1a	a. Freshwater Aquaculture Pond	FLP1am
			-	-	b. Sewage Treatment Pond	FLP1bm
			-	-	c. Farm Pond	FLP1bm
			-	-	d. Freshwater Cooling Pond	FLP1dm
			-	-	e. Borrow Pit Excavation	FLP1em
			-	-	i. Other Permanent Freshwater Pond	FLP1im
		2. Seasonal	a. Permanent Freshwater Pond	FLP2a	-	-
	Palustrine (FP)	Permanent Palustrine (FPP)				
		Permanent Flooded/Wet	a. Grasses (Permanent Flood Grassland)	FPPa	-	-
			b. Sedges (Permanent Freshwater Marsh)	FPPb	-	-
			c. Trees/Shrubs (Permanent Swamp)	FPPc	-	-
		Seasonal Palustrine (FPS)				
		Seasonal Flood/Wet	a. Grasses (Seasonal Flooded Grassland)	FPSa	a. Grasses (Seasonal Flooded Plantation)	FRSam
			b. Sedges (Seasonal Flooded Plantation	FPSb	-	-
			c. Trees/Shurbs (Seasonal Flooded Swamp)	FPSc	c. Trees/Shurbs (Seasonal Flooded Plantation)	FPScm

หมายเหตุ Dugan (1990)

เอกสารอ้างอิง

[1] Bullock, A. and Acreman, M. 2003.The role of wetlands in the hydrological cycle. Hydrology and Earth System Sciences, 7(3)358-389.

[2] ฝ่ายความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. พื้นที่ชุ่มน้ำ. กรุงเทพ : [ม.ป.พ.]

[3] Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C. and LaRoe, E.T. 1979. Classification ofWetlands and Deepwater Habitats of the United States. Retrieved June 23, 2006, from http://www.nwi.fws.gov/classman.html.

[4] National Wetlands Working Group. 1997. The Canadian Wetland Classification System. 2nd ed. Wetlands Research Centre: University of Waterloo.

[5] Dugan, P.J. 1990. Wetland Conservation, A review of current issue and requaired action. IUCN-The World Conservation Union.

[6] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และเนาวรัตน์ สมบัติภูธร. 2540. แผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารประกอบการประชุมสัมนา เรื่อง "การสำรวจจัดทำบัญชีรายชื่อสถานภาพและฐานข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" วันที่ 29 พฤษภาคม 2540 ณ โรงแรมเจริญธานีปริ๊นเซส จังหวัดขอนแก่น.

[7] เนาวรัตน์ สมบัติภูธร. 2541. การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำแผนที่ระบบนิเวศของพื้นที่ชุ่มน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.