บทที่ 2

แนวคิดและงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศเมือง แนวคิดเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมือง แนวคิดเกี่ยวกับทะเลสาบ การวางแผนเมืองที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ตลอดจนประสบการณ์การพัฒนาเมืองที่เกี่ยวข้องกับทะเลสาบ

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศเมือง

คำว่า " นิเวศวิทยา" ในแรกเริ่มเป็นสาขาในทางวิทยาศาสตร์ โดยในปี คศ. 1869 นักชีววิทยาชาวเยอรมันชื่อ เอิร์นสท เฮกเคล (Ernst Haeckel) ได้ให้คำจำกัดความเป็นครั้งแรกไว้ว่า นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จนกระทั่งปีคศ. 1970 เมืองได้ถูกนำมาพิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ (Celecia ; 1996) มุ่งเน้นสิ่งมีชีวิตไปยังมนุษย์เป็นองค์ประกอบสำคัญ ดังนั้น นิเวศวิทยาเมือง (Urban Ecology) จึงเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง"มนุษย์",ผู้อยู่อาศัยในเมืองกับสิ่งแวดล้อม จากแนวคิดดังกล่าวนี้เมือง ถือเป็นตัวกลางระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ที่มีกลไกการควบคุมระหว่างที่อยู่อาศัยส่วนตัวกับสิ่งแวดล้อมโดยรวม ซึ่งถือเป็นที่กำบังของมนุษย์ในโลกนี้ (Gutnov อ้างจาก Sokolov, 1980 ; Yanitsky, 1980 และ Glazychev, 1984 : 1984)

2.1.1 องค์ประกอบของระบบนิเวศเมือง

ระบบนิเวศเมือง เป็นระบบที่มีความสัมพันธ์จากการอยู่ร่วมกันของกลุ่มประชากรเมืองกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่สัมพันธ์กัน 3 ส่วน (Boyden, 1976 : 6) คือ องค์ประกอบสิ่งมีชีวิต องค์ประกอบไม่มีชีวิต และองค์ประกอบทางวัฒนธรรม ส่วนมนุษย์หรือประชากร เป็นองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวแปรสำคัญที่สุดในระบบเมือง รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

2.1.1.1 องค์ประกอบมีชีวิต การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเมืองขึ้นอยู่กับกระบวนการภายในระบบเอง มีการแบ่งองค์ประกอบมีชีวิต (มนัส สุวรรณ : 2539, 17)ตามลักษณะและหน้าที่สำคัญในระบบนิเวศออกเป็น ผู้ผลิต คือ พืชสีเขียวสามารถผลิตอาหารขึ้นเองโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง และผู้บริโภค คือกลุ่มที่ได้รับอาหารด้วยการบริโภคสิ่งมีชีวิตอื่นทั้งพืชและสัตว์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

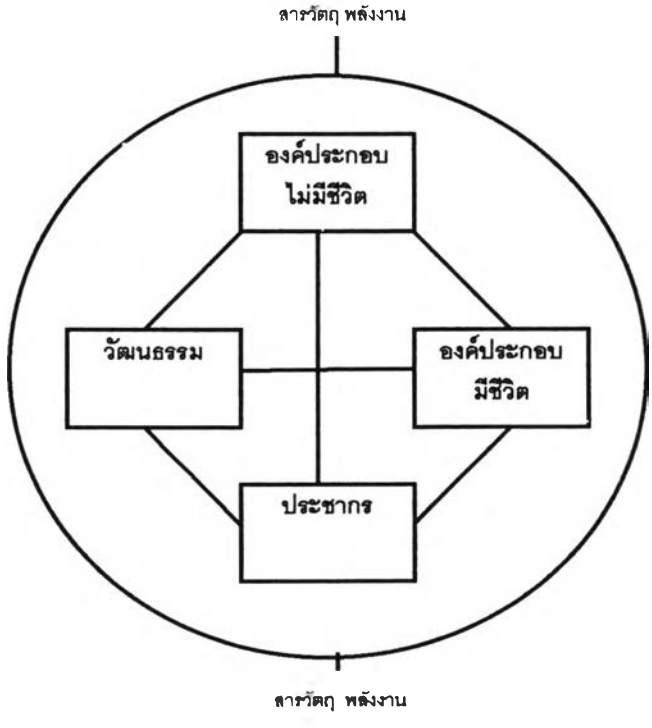
2.1.1.2 องค์ประกอบไม่มีชีวิต คือปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น น้ำ แสง ในการตั้งถิ่นฐานมนุษย์ปัจจัยทางกายภาพ ได้รวมองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือ เครื่องจักรชนิดต่างๆ สิ่งนี้กลับเป็นตัวควบคุมการหมุนเวียนของอากาศ น้ำ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

2.1.1.3 วัฒนธรรม คือระบบความเชื่อ แนวความคิด การเรียนรู้ การออกกฎหมาย การใช้เทคโนโลยี และความมั่งคั่ง ตัวแปรเหล่านี้มีความหมายต่อระบบต่อเมื่ออาศัยพฤติกรรมมนุษย์เป็นสื่อกลาง

2.1.1.4 ประชากร หมายถึงจำนวนประชากรทั้งหมด (ฉัตรชัย พงศ์ประยูร : 2536, 114) ที่คำนึงถึงสภาวะกายและใจของแต่ละบุคคล ลักษณะทางกายภาพ คุณสมบัติทางกายและสมอง ค่านิยม ความเชื่อ และทัศนคติ ส่วนความรู้ในระดับกลุ่มชน จะศึกษาถึงโครงสร้างประชากร ความหนาแน่น อัตราการเกิด อัตราการตาย การย้ายถิ่น นอกจากนี้ในระดับบุคคลมีการศึกษาสภาพชีวิตแต่ละคน มีประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมส่วนตัว พฤติกรรมส่วนบุคคล และการศึกษาถึงบุคคลกับกลุ่มสังคมที่มีขนาดใหญ่โต ในด้านค่านิยมส่วนสังคม มาตรฐานสังคม ฐานะทางเศรษฐกิจ การจัดการ และการบริการสังคม เป็นต้น

สำหรับสารวัตถุและพลังงาน จัดเป็นองค์ประกอบภายนอกที่เข้ามาสู่ระบบเปิด ทำให้ระบบดำเนินหน้าที่ไปตามธรรมชาติ ในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์เป็นระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรักษาดุลยภาพอยู่ได้โดยการถ่ายเทพลังงานและการหมุนเวียนสารวัตถุที่เป็นระเบียบภายในระบบอย่างทั่วถึง รายละเอียดจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

ภาพที่ 2.1 แบบจำลององค์ประกอบของระบบนิเวศเมือง



ที่มา : Stephen Boyden, Nature and Resources, Vol XII, No. 3, July-September 1976

2.1.2 การถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุ

องค์ประกอบทั้งหมดภายในระบบนิเวศเมือง เกิดความสัมพันธ์ต่อกันโดยการถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในเมือง ที่มีความต้องการใช้ทรัพยากรเพื่อการบริโภคสินค้า บริการ และพลังงาน

Forrest W.Stearns และ Tom Montag (1974, 98) อธิบายถึงระบบการถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุ โดยมนุษย์เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนถ่ายเท ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้ (ภาพ 2.2)

2.1.2.1 ระบบการถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุ

ระบบมีการถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุ จากการนำทรัพยากรมาใช้สำหรับการผลิตและการบริโภค เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ และเป็นของเสียปล่อยสู่สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ

ในภาคการผลิต เกิดกิจกรรมในการนำทรัพยากรมาใช้ในกระบวนการผลิตจนเป็นผลผลิต และเกิดการขนส่ง ไปยังผู้ที่ต้องการบริโภคผลผลิตในรูปของ สินค้า เชื้อเพลิง อาหาร การบริการ ไฟฟ้า และน้ำ ซึ่งผลผลิตบางส่วนอาจเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตสินค้าอื่นๆต่อไป และบางส่วนใช้บริโภค

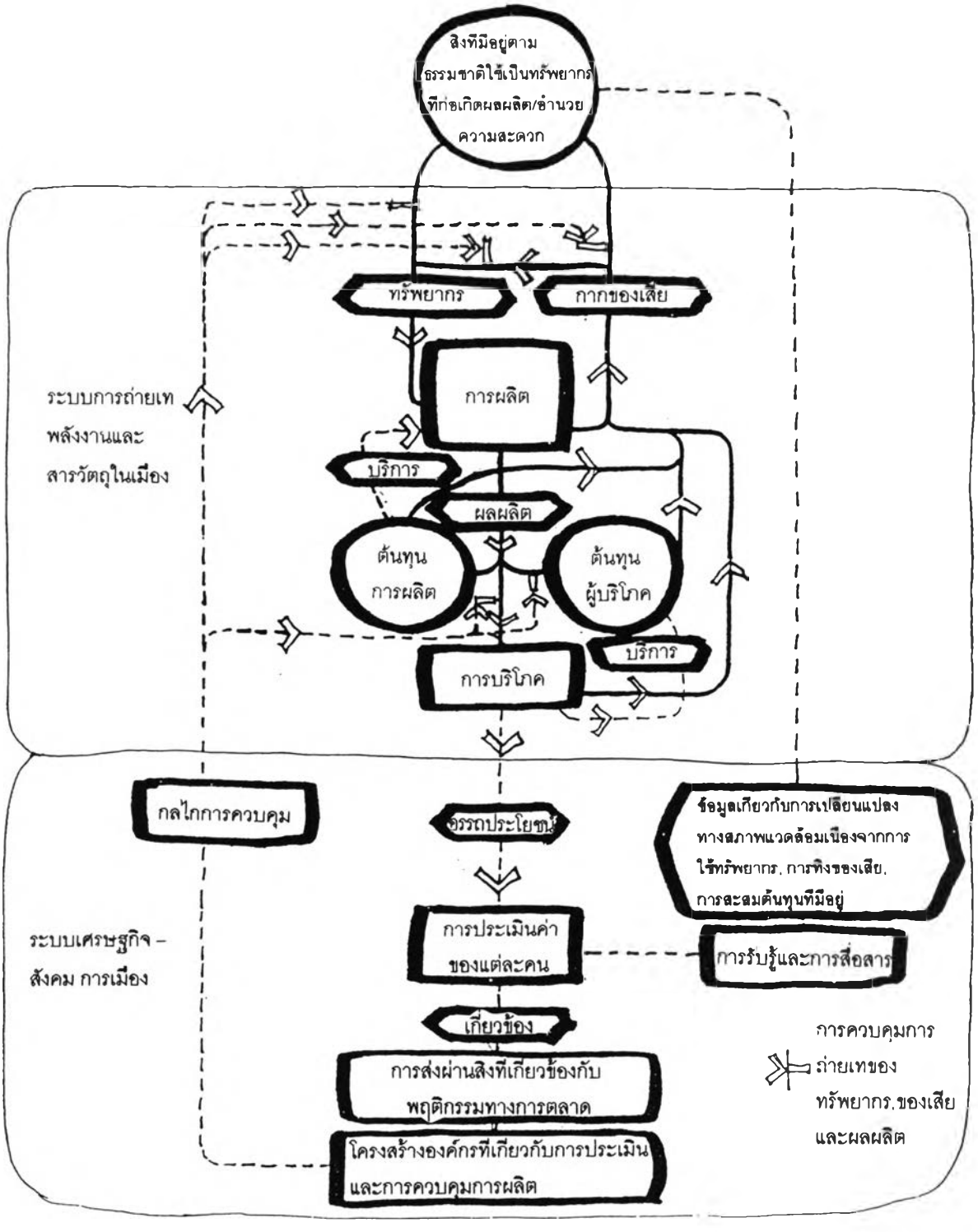
กากของเสีย (Residuals) ทั้งจากกระบวนการผลิตและการบริโภคผลผลิต มีการระบายลงสู่สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการบำบัดของเสีย นอกจากนี้ของเสียส่วนหนึ่ง มีการนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต

2.1.2.2 สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ

สิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติทั้งหมด (Stock) มีส่วนที่มนุษย์นำมาใช้ได้นั้นเรียกว่าทรัพยากรธรรมชาติ (Resources) ซึ่งปริมาณที่นำมาใช้มีจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ทันสมัยและความต้องการทางเศรษฐกิจ ดังนั้นทรัพยากร คือ สารวัตถุ ในกระบวนการถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุ มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

(1)ทรัพยากรที่ไม่สามารถสร้างทดแทนใหม่ได้ (Non-renewable resources) ได้แก่ แร่ธาตุ น้ำมัน กาซธรรมชาติ และถ่านหิน ลดจำนวนลงและหมดไปในที่สุด

(2) ทรัพยากรที่สามารถสร้างทดแทนขึ้นมาใหม่ได้ (Renewable resources) ได้แก่ อากาศ น้ำ ดิน พืชพรรณ ป่าไม้ และสัตว์ป่า ถูกนำไปใช้เป็นจำนวนมาก และส่วนที่ทิ้งไป สามารถผลิตสารที่เป็นโทษได้



ภาพ 2.2 ระบบการถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุ

(*ที่มา : Forrest W. Stearns and Tom Montag, The Urban Ecosystem.*)

(3) มนุษย์เป็นผู้ที่สามารถนำสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ได้ก่อนสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ และใช้ในปริมาณมาก พร้อมทั้งมีการควบคุมทั้งช่วงเวลาการผลิตและการใช้สินค้า บริการ และพลังงาน

นอกจากนี้ สิ่งที่ควรระมัดระวังก็คือ การทิ้งกากของเสีย ซึ่งเป็นเศษที่เหลืออาหาร หรือของที่เหลือจากกิจกรรมการผลิตและการบริโภค มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ กากของเสีย (Residuals) จะปรากฏให้เห็นในรูปของ

(1) ของเสียที่เป็นของเหลว จากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม

(2) วัตถุที่หลอมยาก รวมทั้งยาฆ่าแมลง และโลหะหนัก

(3) มลพิษทางอากาศ จากการคมนาคมขนส่ง

(4) การระบายสารอาหารจากของเสียในครัวเรือน

(5) น้ำร้อน

(6) สารกัมมันตรังสี จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า

โดยทั่วไป กากของเสีย จะปนมากับการไหลของน้ำฝนตามพื้นที่เกษตรและพื้นที่เมือง ส่วนใหญ่มักจะมีปริมาณ ยาฆ่าแมลง สารอาหาร แร่ธาตุหรือดินที่พัดมาจากที่สูง ไหลรวมกันลงสู่ทะเลสาบ แม่น้ำ ลำธาร และทะเล

2.1.2.3 <u>ระบบเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองการปกครอง</u>

ระบบเศรษฐกิจ สังคม เป็นส่วนการควบคุมระบบถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุที่มนุษย์เป็นผู้ก่อให้เกิดการถ่ายเท ซึ่งผู้บริโภคแต่ละคน มีผลทำให้สภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ทรัพยากร การทิ้งกากของเสีย ตลอดจนการเปลี่ยนโครงสร้างทางกายภาพ ผู้บริโภคจะเกิดความพอใจเพิ่มขึ้นเมื่อมีความต้องการบริโภคสินค้าและบริการ หลังจากนั้นความพอใจจึงค่อยๆ ลดลงเมื่อได้รับการบริโภคสินค้าและบริการแล้ว ในขณะเดียวกัน การบริโภคเพิ่มขึ้น จึงเกิดการผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการนำทรัพยากรมาใช้และการทิ้งกากของเสียสูงขึ้น เท่ากับว่าเกิดการสูญเสียต้นทุนทางสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามความพอใจหรืออรรถประโยชน์ ของแต่ละคนนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการรับรู้ส่วนบุคคลต่างกัน และมีความเกี่ยวข้องกับการส่งผ่านของระบบการตลาดไปสู่การบริโภค และการจัดโครงสร้างขององค์กรที่เกี่ยวกับการการประเมินและการควบคุมการผลิต

2.1.3 <u>ความสามารถในการรองรับตามธรรมชาติ</u>

การถ่ายเทพลังงานและสารวัตถุในระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น จะก่อให้เกิดภาวะสมดุลได้ตามกำลังความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ หากมีการใช้ทรัพยากรในระดับความเข้มสูงสุด ณ ระดับการจัดการแบบหนึ่ง ที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถทรงตัวได้โดยปราศจากการเสื่อมค่าหรือเปลี่ยนคุณสมบัติของทรัพยากรนั้นๆ (Goodall, 1987 อ้างจาก ฉัตรชัย พงศ์ประยูร, 2536 : 115) ดังนั้นจึงนำแนว

คิดนี้มาใช้กับจำนวนประชากรมนุษย์ จากการกำหนดขีดความสามารถของสภาพแวดล้อมจากการได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์นั้นบรรเทาลง โดยคุณสมบัติสำคัญของระบบนิเวศที่เป็นปัจจัยหลักในการบ่งบอกถึงระดับที่ทรงตัวอยู่ได้หรือทำให้เกิดภาวะสมดุล (equilibrium) ก็คือ กลไกในการฟื้นฟูตัวเอง (self-regulation) หรือควบคุมผลแบบย้อนกลับ (negative feedback control) ดังตัวอย่างเช่น การปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำหรือทะเลสาบ จะก่อให้เกิดอัตราการย่อยสลายของสาหร่าย แบคทีเรีย และเชื้อรา เพื่อรักษาคุณภาพน้ำไว้ ในขณะเดียวกัน หากมีการใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้นจากเดิม ทำให้มีการระบายของเสียมากยิ่งขึ้น จนเกิดปรากฏการณ์การแพร่พันธุ์สาหร่ายรวดเร็วจนน่าตกใจ หรือปริมาณปลาที่จับได้ลดลง ถือว่าเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงการกระทำที่เกินขีดความสามารถในการรองรับตามธรรมชาติแล้ว

2.1.4 <u>รูปแบบของเมือง</u>

เมืองมีรูปแบบหลัก ตามแนวคิดของระบบนิเวศ (Masing, 1988 : 168) ดังนี้

2.1.4.1 <u>เมืองเป็นระบบนิเวศที่มีการพึ่งพา</u>

ระบบนิเวศเมืองเป็นระบบเปิด เมืองจึงมีลักษณะเด่นในการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก เมืองไม่สามารถผลิตอาหารได้เองทั้งผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และขั้นทุติยภูมิ ดังนั้นต้องอาศัยผลผลิตดังกล่าวจากภายนอก นอกจากนี้ เมืองต้องอาศัยกาซออกซิเจนในบรรยากาศ เมืองต้องอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำใกล้เคียง หากเปรียบเทียบสิ่งที่จำเป็นสำหรับเมืองในการการนำเข้าและนำออกของผลผลิตอาหาร วัสดุก่อสร้าง วัตถุดิบ และเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ทางอุตสาหกรรม และอื่นๆ หากพิจารณาแล้วเมืองมีปริมาณการนำเข้ามากกว่าพื้นที่อื่นหลายร้อยเท่า

2.1.4.2 <u>เมืองเป็นระบบนิเวศที่มีการสะสมมลสาร</u>

การหมุนเวียนสารวัตถุ มีส่วนทำให้เกิดดุลยภาพ แต่ของเสียและการกัดกร่อนผิวดินจากกิจกรรมของมนุษย์ เกิดการชะล้างตกตะกอนทับถมในแหล่งน้ำ หรือขยะเทกองบนผิวดิน การสะสมมลสารดังกล่าวทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในน้ำและพื้นดินจนเป็นอันตรายแก่สัตว์ พืชในดิน อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และเกิดผลเสียต่อสุขภาพมนุษย์ในที่สุด

2.1.4.3 <u>เมืองเป็นระบบนิเวศที่ก่อให้เกิดความไม่สมดุล</u>

ระบบนิเวศเมืองมีสิ่งที่ตรงกันข้ามกับระบบนิเวศทางธรรมชาติ คือ ทิศทางการพัฒนาเมือง เป็นกระบวนการที่ไม่ได้กำหนดจากการเลือกสรรทางธรรมชาติแต่กำหนดมาจากกิจกรรมของมนุษย์ โครงสร้างทางกายภาพของเมือง เป็นผลมาจากการสร้างและการทำลายในกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งธรรมชาติของการสร้างได้ครอบคลุมถึง เงื่อนไขทางภูมิศาสตร์ ความสัมพันธ์ทางสังคม ทรัพยากรทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยี และความคิดของมนุษย์ ภาวะของดุลยภาพสามารถเกิดขึ้นได้หากมนุษย์อยู่ภายใต้การควบคุมทางระบบนิเวศ คือ การมีระบบนิเวศทางธรรมชาติกึ่งวัฒนธรรม ที่มีขนาดของเมืองที่แน่นอน มีของเสียที่ไม่เป็นอันตราย มีน้ำสะอาด และมีอากาศบริสุทธิ์

ในยุคปัจจุบันที่มุ่งเน้นการขยายความเป็นเมืองสูงขึ้น ดังนั้นจึงเกิดความต้องการพัฒนาเมืองภายใต้การควบคุมในทางระบบนิเวศเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเงื่อนไขในการดำรงอยู่มีหลายลักษณะเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้ต้องเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นแทบทุกภูมิภาค ดังเห็นได้จากระบบนิเวศเมืองในศูนย์กลางด้านอุตสาหกรรมเสื่อมโทรมลง ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการควบคุมทางระบบนิเวศของเมืองใหม่และเมืองที่กำลังเติบโตที่ยังไม่เกิดภาวะเสื่อมโทรม

2.2 การพัฒนาเมือง

การพัฒนาเมือง หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการจัดการขั้นพื้นฐานเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ ได้แก่ เป็นที่อยู่อาศัยเพื่อทำงาน พักผ่อนหลับนอน และสันทนาการอื่นๆ เพื่อประโยชน์ของการอยู่อาศัย (อุทิศ บุญลือ, 2540 : 4-5) ซึ่งรวมถึง การสร้างบรรยากาศ และการรักษาสภาพแวดล้อม (มูลนิธิโลกสีเขียว,84) โดยให้เป็นไปตามเป้าหมายของการพัฒนาเมือง คือ สร้างเมืองให้เกิดความพอใจหรือเกิดความเหมาะสมสำหรับประชาชน (A.E.Gutnov, 1984 : 174) และมุ่งยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นในทุกด้านมากกว่าจะเป็นการเล็งผลทางรายได้เศรษฐกิจและอุตสาหกรรมเพียงประการเดียว (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530 : 17)

2.2.1 การพัฒนาเมืองกับสภาพแวดล้อม

เพื่อให้เกิดผลดีต่อความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาเมืองกับสภาพแวดล้อม UNITED NATION CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS ; Habitat (1994 : 4-5) ได้แนะนำการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ในการพัฒนาเศรษฐกิจ ในขณะเดียวกันทรัพยากรที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (Stock) ยังคงหลงเหลืออยู่

2.2.1.2 การกระจายผลประโยชน์ให้กับสังคมอย่างเที่ยงธรรม (โดยเฉพาะความต้องการของกลุ่มคนผู้มีรายได้ต่ำ)

2.2.1.3 หลีกเลี่ยง ทางเลือกปฏิบัติสำหรับการพัฒนาในอนาคตที่ไม่จำเป็น

นอกจากนี้ พระธรรมปิฎก (2540 : 257,259) กล่าวถึงมนุษย์ ในฐานะเป็นผู้สร้างการพัฒนานั้นควรมีทัศนคติที่ดีต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ นั่นคือ ไม่เพียงมองตัวเองเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติเท่านั้น แต่ควรจะให้แก่ธรรมชาติ ด้วยการเสริมสร้างโดยยอมเสียสละให้มาก และเกณฑ์พื้นฐานที่ใช้วัดการพัฒนา คือ การไม่เบียดเบียนทั้งตนเองและผู้อื่น โดยการใช้ความรู้ปรับปรุงความสัมพันธ์กับธรรมชาติ ให้ธรรมชาติอำนวยประโยชน์หรือเป็นผลดีแก่ตน โดยไม่เกิดผลเสียหายทั้งธรรมชาติและตนเอง แทนที่จะเกิดผลในทางเบียดเบียนก็จะเกิดในทางเกื้อกูล

2.2.2 ขั้นตอนการพัฒนาเมือง

Milville C. Branch(1985 : 33) มองว่าการพัฒนาเมือง ขึ้นอยู่กับประเด็นสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เทคโนโลยี การบริหารการพัฒนาเมือง ในแต่ละช่วงเวลาของการพัฒนา ทำให้เกิดการสร้างการเติบโตและการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม และเพื่อเป็นการบ่งบอกการเติบโตของเมือง จึงปรากฏให้เห็นตามขั้นตอนของการพัฒนาเมือง อธิบายโดย James E. Vance, Jr (1988 : 11) ดังนี้

2.2.2.1 การพัฒนาขั้น Inception เมืองที่มีบทบาทตั้งแต่แรกเริ่ม โดยมีปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดพื้นที่เฉพาะของแต่ละเมือง ได้แก่ เป็นแหล่งทรัพยากร ความสะดวกในการขนส่ง สภาพภูมิอากาศ และสุขอนามัย เป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดการเลือกที่ตั้งของเมืองตั้งแต่เริ่มแรก ยกตัวอย่างเช่น เมือง Pittsburgh เป็นเมืองโบราณที่ตั้งริมแม่น้ำ ส่วนเมือง Phoenix เป็นตัวอย่างเมืองที่เกิดขึ้นในภายหลัง สำหรับเมืองที่มีชื่อเรียกตามทรัพยากรที่มีอยู่ หรือชนิดกิจกรรมของเมือง เช่น เมืองที่มีการถลุงแร่ (mining town) ย่านโรงสีข้าว (mill town) ศูนย์กลางสินค้าเกษตร (agricultural service center) และหมู่บ้านประมง (Fishing town) นอกจากนี้ชื่อของเมืองอาจบ่งบอกเหตุผลในการเลือกที่ตั้งของเมือง เช่น เมือง Marrins Ferry, Ohio, leadville และเมือง Colorado เป็นต้น

2.2.2.2 การพัฒนาขั้น Exclusion เป็นการกันกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกจากพื้นที่โดยผลบังคับทางกฎหมายและราคาที่ดิน ตัวอย่างเช่น ย่าน CBD เป็นพื้นที่เมืองที่มีราคาที่ดินสูงสุด ดังนั้นกิจกรรมที่มีผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจต่ำจึงไม่มีโอกาสตั้งในพื้นที่ดังกล่าวได้

2.2.2.3การพัฒนาขั้นSegregationมีการแยกหน้าที่ของเมืองออกเป็นย่านๆ (districts) เช่น พบ ตลาดหุ้น บนถนน Wall Street หรือกลุ่มสำนักงานใหญ่บน Park Avenue

2.2.2.4 การพัฒนาขั้น Extension กิจกรรมของเมืองมีการขยายตัวออกไปจากรัศมีโดยรอบของศูนย์กลางเมือง เป็นผลจากการปรับปรุงหรือสร้างระบบการคมนาคมขนส่งขึ้นใหม่ เมืองจึงขยายตามโครงข่ายเส้นทางคมนาคมที่เกิดขึ้นใหม่

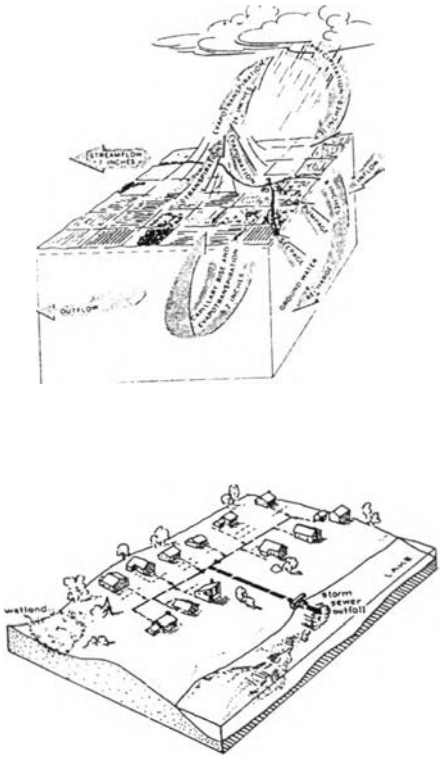
2.2.2.4 การพัฒนาขั้น Relocation and Readjustment เป็นการจัดหาพื้นที่ใหม่เพื่อจัดรูปที่ดินหรือปรับปรุงที่ดินใหม่ ตัวอย่างเช่น พื้นที่อ่าว San Francisco เป็นการจัดหาพื้นที่ใหม่และตั้งเป็นแหล่งพาณิชยกรรม(ขายปลีก)ในพื้นที่ชานเมือง ซึ่งแต่เดิมเป็นกิจกรรมหลักมีที่ตั้งอยู่ในศูนย์กลางเมือง

ดังนั้นในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาเมือง ช่วยให้มีการพิจารณาอย่างรอบคอบถึงแม้จะเป็นกิจกรรมเล็กน้อยที่ดูเหมือนว่ากำลังเกิดขึ้น แต่อาจเป็นไปตามกระบวนการพัฒนาเมืองของ Vances ตั้งแต่ขั้น Inception จนถึง ขั้น Readjustment ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา

2.3 ทะเลสาบ

น้ำ เป็นทรัพยากรที่ใช้ไม่หมด (Inexhaustible Natural Resources) นั่นคือ น้ำในแหล่งน้ำมีการถ่ายเทเปลี่ยนสภาพไปตามวัฏจักรของน้ำ (Hydrologic cycle) และเป็นตัวกระจายน้ำไปยังส่วนต่างๆ ของโลก ซึ่งปริมาณน้ำมีการกระจายมากน้อยต่างกันในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับ ลักษณะภูมิประเทศ แหล่งเก็บน้ำใต้ดิน ภูมิอากาศ และชนิดของพืชหรือป่าตามพื้นที่นั้นๆ (มูลนิธิโลกสีเขียว : 11) ภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่า น้ำ เมื่อได้รับความร้อนก็จะระเหยกลายเป็นไอน้ำ และเมื่อไอน้ำรวมตัวกลายเป็นละอองน้ำและรวมตัวเป็นก้อนเมฆ หากสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นฝนตกมา น้ำบางส่วนไหลลงทะเล เป็นน้ำทะเลถึงร้อยละ 97.47 ของน้ำที่ตกลงมาทั้งหมด และบางส่วนไหลลงผืนดินเป็นแหล่งน้ำจืด ร้อยละ 2.53 ในจำนวนนี้เป็นน้ำในทะเลสาบ ที่มีปริมาณน้ำจืดเพียงร้อยละ 0.27 ของปริมาณน้ำจืดทั้งหมดในโลก (ภาพ 2.4) นอกจากนี้ เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต (2536 : 125) ได้อธิบายว่า น้ำในลำธาร แม่น้ำ หรือทะเลสาบที่มีอยู่นี้ มาจากป่าต้นน้ำถึงร้อยละ 90 ส่วนที่เหลือ เป็นน้ำจากน้ำฝนเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น

ภาพ 2.3 วัฏจักรของน้ำและสภาพการตั้งถิ่นฐานที่มีส่วนความสัมพันธ์กับปัญหาทะเลสาบ



ที่มา : William M.Marsh. Environmental Analysis : for Land use and Site Planning. 221

ภาพ 2.4 การกระจายน้ำในโลก

ที่มา : I.A.shiklomana,'Global water resource' in Nature and Resources, Vol.26, no.3, 1990 **อ้างใน** *UNEP environment Library No 12, 1994*

2.3.1 <u>ระบบนิเวศทะเลสาบ</u>

ระบบนิเวศทะเลสาบ ถือเป็นระบบนิเวศน้ำจืดในระบบน้ำนิ่ง มีขนาดเล็กกว่าระบบนิเวศน้ำเค็มมาก จึงง่ายต่อการถูกกระทบกระเทือน หากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไม่มีการระมัดระวังแล้ว อาจเสียดุลยภาพจนไม่อาจสร้างผลผลิตให้มนุษย์ได้

แหล่งน้ำนิ่ง แบ่งเป็นหลายเขตตามสภาพแวดล้อมต่างกัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นปัจจัยกำหนดปริมาณสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตที่ดำรงอยู่ในเขตต่างๆ แบ่งออกเป็น 3 เขต (มูลนิธิโลกสีเขียว : 16) ดังนี้

2.3.1.1 <u>เขตน้ำตื้นบริเวณชายฝั่ง</u> อยู่บริเวณริมขอบของแหล่งน้ำ มีสภาพน้ำตื้น แสงแดดสามารถส่องถึงพื้นดิน ทำให้เกิดพื้นที่เกาะติดพื้นและสามารถรับแสงแดดได้จัดขึ้น เป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ คือ เป็นทั้งแหล่งอาหาร แหล่งหากินและวางไข่ของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด หากสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อพืชมากเกินไป เช่นการระบายน้ำมีปุ๋ยลงไป ทำให้พืชน้ำ เช่นสาหร่ายบางชนิดเติบโตอย่างรวดเร็วจนบังแสงแดด ทำให้พืชที่อยู่ล่างๆ ตาย และเกิดการเน่า เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและแหล่งน้ำ

2.3.1.2 <u>เขตกลางแหล่งน้ำ</u> บริเวณนี้มีความลึกถึงระดับที่การสังเคราะห์แสงสมดุลกับการหายใจของสิ่งมีชีวิต เขตนี้จะไม่ปรากฏในแหล่งน้ำที่มีขนาดเล็กและตื้น ดังนั้นเขตนี้จึงมีสาหร่ายและพืชลอยตัวเป็นหลัก และมีปลาขนาดใหญ่ที่ไม่พบในเขตชายฝั่ง

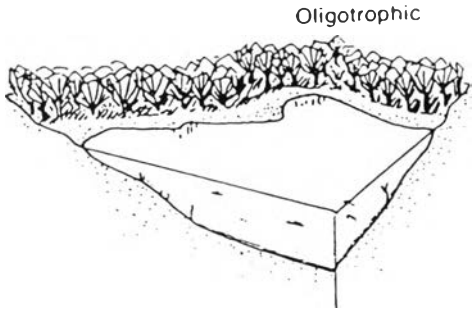
2.3.1.3 <u>เขตก้นน้ำ</u> เป็นเขตที่อยู่ลึกที่สุด ไม่มีแสงสว่างจึงไม่มีพืช สัตว์อาศัยในเขตนี้ได้แต่ต้องปรับตัวให้สามารถใช้ออกซิเจนในปริมาณต่ำ

ระบบนิเวศน้ำนิ่งเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงปลาและแหล่งชุมนุมนกที่สำคัญ

2.3.2 <u>ประเภทของทะเลสาบ</u>

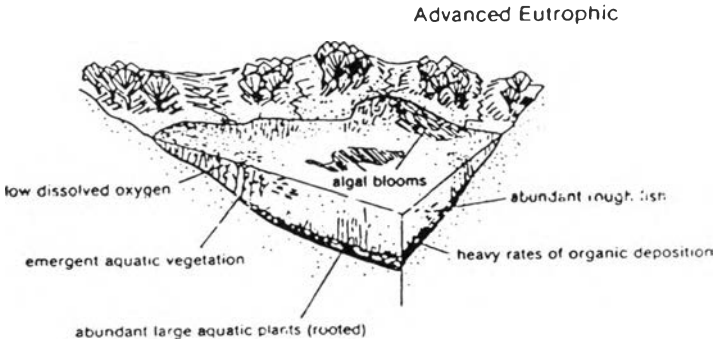
ทะเลสาบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามความสามารถในการผลิต หมายถึง จำนวนสิ่งมีชีวิตในทะเลสาบ ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ทะเลสาบ ถือเป็นแหล่งน้ำที่มักพบในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทั้งแอ่งที่ราบระหว่างภูเขา และแอ่งที่ราบน้ำท่วมถึง ในระยะเริ่มต้นทะเลสาบจะปรากฏในรูปของหนองบึงขนาดเล็ก ต่อมาอาจเกิดการยุบตัวของเปลือกโลก หรือเป็นเพราะการปิดกั้นทางน้ำตามธรรมชาติโดยมนุษย์จนมีขนาดใหญ่ขึ้น(ดังกรณีของกว๊านพะเยา) ทะเลสาบทั้งหมดในประเทศไทยเป็น Oligotrophic lake มาก่อน ต่อมา น้ำที่ไหลพัดพาเอาสารอาหารจากภาคพื้นดินลงสู่ทะเลสาบ เกิดอัตราการผลิตและการหมุนเวียนสารอาหารสูง ทำให้จำนวนพืชและสัตว์เพิ่มมากขึ้น ในเวลาไม่นานนักลักษณะทะเลสาบจึงค่อยๆ เปลี่ยนเป็น Eutrophic lake

ความสำคัญของระบบนิเวศทะเลสาบ ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิต และการหมุนเวียนของสารอาหารในทะเลสาบ การเปลี่ยนแปลงความสมดุลภายในระบบ เห็นได้จากภัยธรรมชาติ ทั้งฝนแล้ง อุทกภัย และวาตภัย และการเจริญเติบโตของพืชน้ำอย่างรวดเร็ว เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์ มีบทบาทต่อความมั่นคงภายในระบบ (มนัส สุวรรณ, 2539 : 93)



ก. Oligotrophic lake

- มีอัตราการผลิตและการหมุนเวียนต่ำ
- วัชพืชและสาหร่ายมีปริมาณน้อย
- ความโปร่งแสง 6-10 เมตร
- ชนิดปลาที่สามารถอยู่ได้ในน้ำทั้งที่มีอุณหภูมิสูงและต่ำ
- ระดับน้ำลึกมากกว่า 15 เมตร, มีสารอาหารของพืชน้อย, น้ำใสสะอาดมีอุณหภูมิต่ำ, ใช้ปริมาณออกซิเจนน้อยในการย่อยสลายสารอินทรีย์



ข. Eutrophic lake

- มีอัตราการผลิตและการหมุนเวียนสูง
- วัชพืชและสาหร่ายมีปริมาณมาก
- ความโปร่งแสง 1-2 เมตร
- ไม่ปรากฏชนิดปลาที่สามารถอยู่ได้ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ มีแต่เพียงปลาบางชนิดที่ปรับตัวอยู่ได้ในน้ำตื้นๆ เท่านั้น
- ระดับน้ำลึกน้อยกว่า 10 เมตร
- มีสารอาหารของพืชมาก และใช้ปริมาณออกซิเจนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์

ระดับการผลิตและการหมุนเวียนที่มีสารอาหารฟอสฟอรัสเป็นตัวทำละลาย

ระดับ	*ฟอสฟอรัส (มล./ลิตร)*	*ลักษณะของน้ำ*
Oligotrophic (pre-eutrophic)	น้อยกว่า 0.025	สาหร่าย/วัชพืชมีน้อย; น้ำสะอาด; ค่า
Early eutrophic	.025-.045	DO สูง
Middle eutrophic	.045-.065	
Eutrophic	.065-.085	มีสาหร่ายวัชพืชเติบโตตลอดฤดูกาล; น้ำ
Advanced eutrophic	มากกว่า 0.085	ขุ่น; ค่า DO สูง

ที่มา : Hough Stansbury and Associates, 1977 อ้างจาก Michael Hough, Cities and Natural Process. 1995 : 36 และ William M. Marsh, Landscape Planning : environment application, 1983 : 187.

ภาพ 2.5 ประเภทของทะเลสาบ

2.4 การวางแผนเมืองที่เกี่ยวข้องกับน้ำ

การวางแผนเมืองที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เริ่มต้นจากมนุษย์เริ่มตั้งถิ่นฐานเป็นครั้งแรก มนุษย์ต้องอาศัยธรรมชาติเพื่อการยังชีพ เช่น อาหาร เครื่องดื่ม เครื่องใช้ และการป้องกันภัย ดังนั้นการตั้งถิ่นฐานและการวางแผนเมืองจึงได้คำนึงถึงการสงวนรักษาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนและการนำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์โดยไม่ทำลาย (สิทธิพร ภิรมย์รื่น, 2541 : 311) ดังนั้น การวางแผน จึงเป็นการศึกษาที่ให้ความสำคัญสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติเท่าๆ กับสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งโดยปกติจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ทั้งสองสิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดิน นโยบาย และการวางผังออกแบบ (William M. Marsh, 1988 : 281 อ้างจาก สิทธิพร ภิรมย์รื่น, 2541 : 309)

การวางแผนเมืองที่เกี่ยวข้องกับน้ำ หรือการวางแผนสาขาสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมเรื่องราวในการลดความเสียหายที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์กระทำต่อสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ดังนั้นความมุ่งหมายอาจเกี่ยวข้องกับเรื่องดังต่อไปนี้ (John, M. Levy, 1988 : 237 อ้างจาก สิทธิพร ภิรมย์รื่น, 2541 : 311)

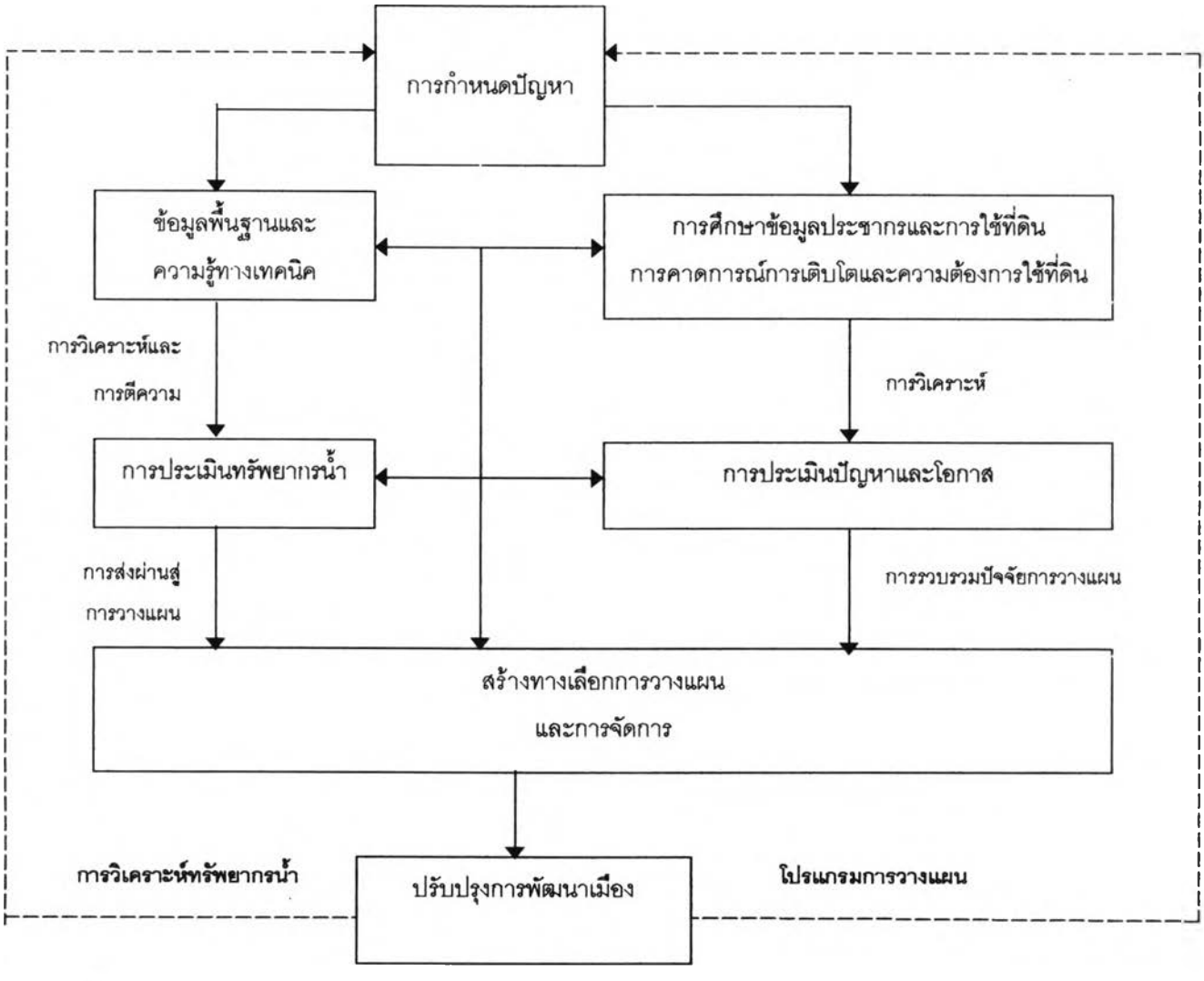
- การลดสิ่งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิต เช่น การลดความเข้มข้นในภาวะที่เป็นพิษต่อน้ำดื่ม หรือการจำกัดการพัฒนาในพื้นที่อันตราย เช่นพื้นที่น้ำท่วมถึงและพื้นที่ชุมน้ำ
- การรักษาทรัพยากรไว้เพื่อใช้ในอนาคต
- การรักษาพื้นที่บางบริเวณให้คงสภาพเดิม เพื่อความมุ่งหมายด้านสุนทรียภาพและการพักผ่อนหย่อนใจ
- การลดความเสียหายของสิ่งแวดล้อมเองมากกว่าเพื่อประโยชน์ของมนุษย์

กระบวนการวางแผนเมืองที่เกี่ยวข้องกับน้ำ โดยปกติ การวิเคราะห์ตีความเรื่องทรัพยากรน้ำไม่ได้นำมาพิจารณาในองค์ประกอบของกระบวนการวางแผนเมือง ในความเป็นจริงผู้เชี่ยวชาญทางทรัพยากรน้ำหรือนักอุทกวิทยา ถือเป็นผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ หรือสาขาวิศวกรรม ส่วนนักวางแผนเมือง เป็นสาขาทางสังคมศาสตร์ ซึ่งเห็นความสำคัญทางคุณภาพสิ่งแวดล้อม จึงนำข้อมูลทรัพยากรน้ำเข้าร่วมพิจารณาในกระบวนการวางแผนเมือง ดังนั้นจึงต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างนักวางแผนเมืองและนักอุทกวิทยาอย่างใกล้ชิด ซึ่งจะนำไปสู่องค์ความรู้ใหม่ๆ ในวิชาชีพตน

น้ำมีความสัมพันธ์กับปัญหาเมือง ซึ่งเกี่ยวข้องกับวัฏจักรน้ำทั้งหมด โดยเชื่อมโยงกับกิจกรรมมนุษย์ทั้งหมด นอกจากนี้ การพิจารณาด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมือง หน่วยงานและองค์กรต่างๆ ร่วมกันในการแก้ปัญหาที่ไม่สามารถเลี่ยงได้ โดยเฉพาะคำถามที่จะนำไปสู่ความสมดุลและยั่งยืน (International Hydrological Programe ;IHP, 1997 : 1) การประเมินปัญหาเมืองที่เกี่ยวกับน้ำ บ่อยครั้งข้อมูลน้ำสามารถประเมินพียงปัญหาเดียว บางปัญหาต้องการข้อมูลเฉพาะ ดังนั้นการประเมินทรัพยากรน้ำควรออกแบบอย่างระมัดระวัง รวมถึงการหาข้อมูลและข่าวสารต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์

เฉพาะ ซึ่งปัญหาได้มีการประเมินโดยพิจารณาข้อมูลด้านน้ำ ร่วมกับลักษณะภูมิอากาศ ผืนดิน และทรัพยากรทางวัฒนธรรม ในลักษณะผลกระทบทั้งหมดของระบบทรัพยากร (Schneide,1973 : H6)

ภาพ 2.6 กระบวนการวางแผนเมืองที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ทรัพยากรและการวางแผนเมือง



ที่มา : *William J. Schneider, David A.Rickert, and Andrew M. Spieker, Role of Water in Urban Planning and Management*

นักวางแผนเมืองมีเป้าหมายที่จะหาแนวทางการพัฒนาเมือง และภูมิภาคในอนาคต เพื่อที่จะบรรเทาปัญหาและเกิดคุณภาพชีวิตอย่างเหมาะสม ดังนั้นจึงมีหลายกระแสที่มุ่งสร้างการเติบโตและการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมเมืองที่เกี่ยวข้องกับนักวางแผน แนวทางการพัฒนาในอนาคตที่เน้นแผนครอบคลุมประเด็นที่เกี่ยวข้องทั้งหมด (Comprehensive Plan) ซึ่งมีประเด็นศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ จำนวนประชากรทั้งในปัจจุบัน และจากการคาดการณ์ การคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต การเปลี่ยนแปลง

ทางสังคม การคมนาคมขนส่ง การพัฒนาด้านพาณิชยกรรมและอุตสาหกรรมในอนาคต นโยบายรัฐบาล และปัจจัยอื่นๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อการพัฒนาเมือง

Schneider และ คณะ (1973 : H5) อธิบายว่า ระบบทรัพยากรน้ำ เป็นระบบย่อยของระบบกายภาพเมือง นักวางแผนควรพิจารณาระบบทรัพยากรน้ำ ในบริบทกว้างๆ ของระบบย่อยอื่นๆ ทั้งหมด ข้อมูลของทรัพยากรน้ำที่ได้สามารถเกิดความเข้าใจและนำไปใช้ได้ โดยการพัฒนาข้อมูลพื้นฐานที่นักอุทกวิทยาและนักวางแผนเมืองทำการรวบรวมและตีความ เพื่อจะนำไปสู่กลุ่มผู้ใช้อย่างเหมาะสม

ภาพที่ 2.6 เป็นความพยายามพัฒนากระบวนการวางแผนเชิงสหวิทยาการ เริ่มจากการกำหนดปัญหา มีเป้าหมายสุดท้าย คือ ปรับปรุงการพัฒนาเมือง วิธีที่จะบรรลุเป้าหมายได้มี 2 ทาง นั่นคือ ทางขวามือ เป็นกิจกรรมของนักผังเมือง โดยพิจารณาการวางแผนทั้งหมดรวมถึงทางเทคนิค หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กฎหมาย และทางการเมือง ส่วนทางซ้ายมือ แสดงข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำ โดยการตรวจสอบ พินิจพิเคราะห์ทรัพยากรน้ำ ข้อมูลพื้นฐานและความรู้ทางเทคนิคบางอย่างสามารถใช้ในกระบวนการวางแผน ในทำนองเดียวกัน แต่ละช่วงของแผนการพัฒนาเมือง สามารถย้อนกลับสู่โปรแกรมทรัพยากรน้ำ สามารถประเมินโปรแกรมอย่างต่อเนื่องเพื่อความมั่นใจว่าองค์ประกอบของโปรแกรมวางแผนยังคงเกี่ยวเนื่องกัน

ตาราง 2.1 แสดงลำดับการวิเคราะห์น้ำได้ประยุกต์ใช้กับการใช้ที่ดินและหน้าที่การวางแผน นอกจากนี้ มีความจำเป็นที่จะนำข้อมูลทางธรณีสัณฐาน ภูมิประเทศ และประชากรมาพิจารณาร่วมในแผนที่การวางแผนแบบครอบคลุมประเด็นเกี่ยวข้องทั้งหมด

ตาราง 2.1 ลำดับการวิเคราะห์ด้านทรัพยากรน้ำนำมาประยุกต์ใช้กับการใช้ที่ดินและการวางแผน

(ความต้องการจำนวนตัวแปรเพื่อการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง)

ข้อมูลพื้นฐาน	ข้อมูลชั้นเก็บกักน้ำ ระดับน้ำใต้ดิน การวัดการไหลของลำธาร ข้อมูลคุณภาพน้ำ น้ำฝน การระเหย-คายน้ำ
แผนที่พื้นฐานแต่ละส่วน	ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ แผนที่ระดับชั้นน้ำ แผนที่เส้นปริมาณน้ำฝน (Hydrographs) แผนที่การไหลของน้ำ แผนที่ที่ตั้งบ่อน้ำ ความลึกของชั้นน้ำ แผนที่คุณภาพน้ำ
การวางแผนจากการตีความ	แผนที่แหล่งเพิ่มน้ำ แผนที่แหล่งน้ำที่หาได้ แผนที่ความสามารถแทรกซึม แหล่งเกิดมลพิษได้ง่าย ความสามารถในการแพร่กระจาย แผนที่การระบายน้ำ แบบจำลอง Analog-digital
การส่งผ่านสู่การวางแผน	การอนุญาตให้มีบ่อเกรอะ ปริมาณการใช้น้ำ ที่ทิ้งขยะแบบเทกอง การก่อสร้างในที่ที่เหมาะสม
แผนที่วางแผนแบบครอบคลุมทั้งหมด (Comprehensive Planning maps)	การออกแบบขั้นสุดท้าย ความสอดคล้องของการใช้ที่ดิน การกำหนดทางเลือก

ที่มา : William J. Schneider, David A.Rickert, and Andrew M. Spieker, Role of Water in Urban Planning and Management

2.5 ประสบการณ์การพัฒนาเมืองที่เกี่ยวข้องกับทะเลสาบ

ประสบการณ์การพัฒนาเมืองที่เกี่ยวข้องกับทะเลสาบ ได้มีงานศึกษาวิจัยอย่างกว้างๆ ถึงกิจกรรมมนุษย์ที่สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากทะเลสาบและการทิ้งของเสียลงสู่ทะเลสาบ ปัญหาทะเลสาบที่มีส่วนสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และวิธีการป้องกันและฟื้นฟูทะเลสาบ และตัวอย่างของทะเลสาบในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.5.1 การใช้ประโยชน์จากทะเลสาบ

ความเป็นเมือง เลือกที่จะกระจายไปในธรรมชาติที่มีแหล่งน้ำ โดยเฉพาะทะเลสาบ ถือเป็นแหล่งทรัพยากรแหล่งหนึ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต สำหรับกิจกรรมของมนุษย์ ในการได้รับประโยชน์ตามความต้องการของมนุษย์ (William J. Schneider, 1973 : p.1) ดังนั้นจึงทำการสรุปอย่างกว้างๆ ถึงกิจกรรมที่มนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากทะเลสาบในด้านต่างๆ จากงานการศึกษาของ United Nations Environment Programme ; UNEP สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม งานศึกษาการใช้น้ำของ John Fernie และ Alan S. Pitkethly งานศึกษาของ Joachim Tourbier และ Richard Westmacott พบว่า กิจกรรมของมนุษย์ มีความสัมพันธ์กับทะเลสาบ แบ่งตามชนิดของการใช้ทรัพยากร คือ การใช้น้ำ (สูบน้ำขึ้นมาใช้) และการใช้แหล่งน้ำ ดังนี้

2.5.1.1 การใช้น้ำ

การใช้น้ำ แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้ของมนุษย์ ดังนี้

1) การใช้น้ำเพื่อการอุปโภค –บริโภค แบ่งตามประเภทผู้ใช้ ได้แก่ การใช้ภายในครัวเรือน (ที่อยู่อาศัย) สถานราชการ สถานศึกษา ศาสนสถาน และสถานพยาบาล ซึ่งหากสามารถทำได้ มนุษย์เลือกที่จะอยู่อาศัยในที่ที่หาน้ำจืดมาได้ง่ายเสมอ เช่น ทะเลสาบบิวะ ในญี่ปุ่น เป็นแหล่งจัดสรรน้ำดื่มให้แก่ประชาชนถึง 14 ล้านคน

2) การใช้น้ำเพื่อการผลิต ในกิจกรรมทางการเกษตร อุตสาหกรรม และการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

การใช้น้ำเพื่อกิจกรรมทางการเกษตรที่มีจำนวนมากถึงร้อยละ 70 ของการใช้น้ำทั้งหมดของโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 มีพื้นที่ชลประทานเพื่อการเกษตรเพิ่มขึ้นจากเดิมเกือบ 3 เท่า หรือประมาณ 2.7 ล้านตร.กม. และ 1 ใน 3 ของจำนวนอาหารที่มีในโลกได้รับจากพื้นที่ชลประทาน ถึงแม้ว่าพื้นที่เหล่านี้มีเพียงร้อยละ 18 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดก็ตาม

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณน้ำในทะเลสาบยังเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ ดังเช่นเขื่อนอัสวาน ในอียิปต์ ที่มีกำลังการผลิตถึง 8,000 ล้านกิโลวัต/ชั่วโมง นอกจากนี้ น้ำยังเป็นประโยชน์ในกิจกรรมทางด้านอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการผลิตกระดาษ,การผลิตเหล็ก/เหล็กกล้า และการผลิตสารเคมี

2.5.1.2 <u>การใช้แหล่งน้ำ</u>

1) แหล่งประมงและการสัญจรทางน้ำ

ทะเลสาบ เป็นแหล่งอาหารสำคัญสำหรับประชาชนในท้องถิ่น โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา และบางแห่งยังเป็นแหล่งน้ำเพื่อการสัญจร ที่มีประสิทธิภาพ สะดวก และรักษาสภาพแวดล้อม เพื่อใช้ประโยชน์ในการขนส่งประชาชน สำเลียงสินค้าเกษตร และผลผลิตได้จากทะเลสาบ

2) แหล่งท่องเที่ยวและแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

จากการสำรวจของ The UNEP/ILEC publication *Survey of the state of world lakes*, พบว่าทะเลสาบจำนวน 215 แห่ง (เกินกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนทะเลสาบในโลกทั้งหมด) มีศักยภาพเหมาะสมสำหรับการเป็นแหล่งท่องเที่ยว ในจำนวนนี้ เป็นทะเลสาบในทวีปเอเชียแปซิฟิกร้อยละ 80, ทวีปยุโรปร้อยละ 91, ทวีปแอฟริการ้อยละ 62 ทวีปอเมริกาเหนือร้อยละ 92 และทวีปอเมริกาใต้ร้อยละ 83 ของทะเลสาบภายในทวีปทั้งหมด ลักษณะเฉพาะอันโดดเด่น ได้แก่ ชนิดพืชพันธุ์สัตว์น้ำ ลักษณะภูมิประเทศและสภาพทางธรรมชาติที่สวยงาม ทำให้เกิดประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภาค และระดับประเทศ, ทั้งในประเทศพัฒนาแล้ว (ทะเลสาบ Loch Ness ในอังกฤษ และทะเลสาบ Everglades ในสหรัฐอเมริกา) และประเทศกำลังพัฒนา (ทะเลสาบ Kariba ในซิมบับเว และแซมเบีย, ทะเลสาบToba ในอินโดนีเซีย, ทะเลสาบ Nakuru ในเคนยา และทะเลสาบ Dal ในอินเดีย)

นอกจากนี้ Joachim Tourbier และ Richard Westmacott (28) ได้แบ่งกิจกรรมการพักผ่อนตามการสัมผัสน้ำ ออกเป็น 2 ด้านคือ

(ก) กิจกรรมที่สัมผัสน้ำโดยตรง (primary contact) ได้แก่ ว่ายน้ำ ดำน้ำ สกี น้ำ และมีบริเวณที่เด็กสามารถเล่นน้ำได้

(ข) กิจกรรมที่ไม่ได้สัมผัสน้ำโดยตรง (secondary contact) ได้แก่ พายเรือ แล่นเรือใบ แล่นเรือยนต์ ตกปลา และปิคนิค

3) แหล่งเกิดมรดกทางวัฒนธรรม

ทะเลสาบถือเป็นองค์ประกอบหลักในบรรดาภูมิประเทศที่มีอยู่โดยรอบ ดังนั้นจึงเกิดความงามทางสุนทรียภาพ ยากแก่การทำลายแล้วสร้างให้เกิดคุณค่าดังเดิมได้

เป็นเวลานับทศวรรษที่ทะเลสาบยังคงให้ประโยชน์ และเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ ชุมชนโดยรอบทะเลสาบดำเนินวิถีชีวิตสอดคล้องกับธรรมชาติ พืชน้ำเจริญเติบโต การเคลื่อนย้ายของปลาและสัตว์น้ำ และระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล

แหล่งน้ำเป็นที่ตั้ง เพื่อดำเนินกิจกรรมทางศาสนาเกิดวัฒนธรรมของชุมชน และบรรดาผู้ที่อยู่อาศัยในท้องถิ่นถือแหล่งน้ำเป็นที่ตั้งของครอบครัวมาหลายชั่วอายุคน จึงเกิดความผูกพันจากการตั้งถิ่นฐานใกล้แหล่งน้ำอย่างแนบแน่น สิ่งเหล่านี้เป็นไปไม่ได้ที่จะชดเชยในสิ่งที่มีอยู่ของทะเลสาบหากต้องสูญเสียไป

นอกจาก กิจกรรมที่มนุษย์ได้รับประโยชน์จากทะเลสาบในข้างต้น คุณค่าจากการได้อยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต จนเกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ เห็นได้จากมีพืชน้ำที่มีหลากหลายชนิด มีชนิดปลาน้ำจืดในทะเลสาบคิดเป็นสัดส่วน 1 ใน 3 ของชนิดปลาน้ำจืดทั้งหมด และเป็นแหล่งชุมนุมของนกที่มักจะอพยพเข้ามาอยู่อาศัยในบางฤดูกาล ตั้งแต่ทะเลสาบต้องเข้าสู่ระบบกึ่งปิด ชนิดของปลาที่มีอยู่เดิมลดจำนวนลงและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความมั่นคงของระบบนิเวศ โดยเฉพาะในเขตน้ำตื้นบริเวณชายฝั่ง ที่ถือเป็นบริเวณที่เกิดผลิตภาพและความสมบูรณ์สูงสุด ขณะเดียวกันบริเวณชายฝั่งมักเป็นแหล่งกระจุกกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งอาจมีการรบกวนและทำลายระบบนิเวศใกล้ฝั่ง ส่งผลให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทะเลสาบจากการใช้ประโยชน์ของกิจกรรมมนุษย์ตามมา

2.5.2 ปัญหาความเสื่อมโทรมของทะเลสาบ

ปัญหาโดยรวมที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทะเลสาบ สามารถจำแนกปัญหาออกเป็น 5 ปัญหาหลัก (ภาพ 2.3) ดังนี้

2.5.2.1 การตกตะกอน

UNEP (1994 : 19) กล่าวไว้ว่า การตกตะกอน มีสาเหตุมาจากการกัดเซาะผิวดินในพื้นที่เพาะปลูก พื้นที่เลี้ยงสัตว์ และพื้นที่ป่าไม้ที่มีการใช้มากเกินไปและใช้อย่างผิดวิธี แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามการเพิ่มของจำนวนประชากรและการแสวงหาผลประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ แม้กระทั่งชนบทที่อยู่ห่างไกลก็ตาม และในความเป็นจริงแล้ว สารแขวนลอยในทะเลสาบสัมพันธ์กับสัดส่วนของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในพื้นที่รับน้ำ

ส่วน Joachim (17) กล่าวถึงผลของที่ดินที่มีการก่อสร้าง สามารถเกิดตะกอนจำนวนมากถึง 100,000 ตัน/ตร.ไมล์/ปี (หรือ 38,610 ตัน/ตร.กม./ปี) เมื่อเทียบกับชนบทที่มีพื้นที่ป่าเป็นส่วนใหญ่ จะเกิดตะกอนเพียง 100 ตัน/ตร.ไมล์/ปี ขณะเดียวกัน การทับถมของตะกอน มีส่วนทำให้ระดับกักเก็บน้ำลดลง, ช่วยเพิ่มสารอาหารของพืชในทะเลสาบ และตะกอนดินทำให้น้ำขุ่น ทำให้คุณภาพน้ำลดลง และเกิดโรคภัยกับผู้อยู่อาศัยในที่สุด ในปัจจุบัน มีการจัดการย้ายตะกอนตามก้นทะเลสาบโดยการขุดลอก ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการย้าย และการระบายน้ำของทะเลสาบ

2.5.2.2 การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ

Joachim (14) กล่าวถึงแหล่งน้ำเป็นแหล่งสำคัญในการรักษาระดับน้ำ ซึ่งระดับน้ำที่เปลี่ยนขึ้นๆลงๆ เป็นสิ่งที่ผู้อยู่อาศัยตามชายฝั่งไม่อาจทนรับได้ตลอดไป โดยเฉพาะบริเวณที่ใช้เป็นที่จอดเรือและระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง เป็นผลจากการใช้น้ำในพื้นที่ชลประทานเพื่อการเกษตร ซึ่งอาจเกิดผลกระทบอย่างมากต่อการใช้น้ำเพื่อจุดประสงค์ด้านอื่นๆ นอกจากนี้ ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขาที่ไหลลงทะเลสาบ มีสารอาหารของพืชปนมากับน้ำทำให้เกิดภาวะการเติบโตของพืชน้ำ และเป็นแหล่งรวมแร่ธาตุในน้ำ

2.5.2.3 การปนเปื้อนสารพิษ

การปนเปื้อนของน้ำในทะเลสาบ ตะกอน และสิ่งมีชีวิตด้วยสารพิษ ได้สร้างปัญหาแก่ชุมชนโดยรอบ ปัญหาดังกล่าวถือเป็นปัญหาที่พบเป็นอันดับแรกที่เกิดกับประเทศอุตสาหกรรม เห็นได้จากทะเลสาบที่เกิดปัญหา คือ Great Lake ในอเมริกาเหนือ (UNEP, 1994 : 21) เป็นที่ควบคุมไว้เพื่อการบริโภคอาหารจากปลา อย่างไรก็ตาม ทะเลสาบแห่งนี้ยังคงมีการปนเปื้อนของสาร PCBs, ยาฆ่าแมลง และสารโลหะหนัก ส่วนทะเลสาบประเทศไทย จากการศึกษาของฉัตรชัย วัฒนชัย และคณะ (2532 : 9) พบว่า ทะเลสาบเกิดปัญหามลพิษในรูปของการปนเปื้อนสารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สามารถก่อให้เกิดอันตรายจากพิษตกค้าง หากนำน้ำไปใช้ในการอุปโภค บริโภค และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นอกจากนี้ปัญหาหนึ่งที่เด่นชัด ได้แก่ ของเสียประเภทสารอินทรีย์จากชุมชน และอุตสาหกรรมอาหาร โดยพื้นที่เฉพาะที่มีปัญหา ได้แก่ บริเวณคลองแตย และคลองอู่ตะเภา ในอำเภอหาดใหญ่, คลองขวาง คลองสำโรง และคลองพะวง ในอำเภอเมืองสงขลา และคลองระโนด ในอำเภอระโนด

2.5.2.4 ฝนกรด

UNEP (1994 : 21-22) ได้กล่าวว่า ภาวะการเกิดฝนกรด มีผลทำให้ชนิดปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ สูญพันธุ์ และตายเป็นจำนวนมาก และฝนกรดยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับผืนดิน ซึ่งมีการสร้างเขตกันชนชะลอการไหลของปริมาณฝนที่มีความเป็นกรดสูงก่อนลงสู่ทะเลสาบ อย่างไรก็ตาม ยังคงเป็นปัญหากับผืนดิน ที่อาจได้รับความเป็นกรดสูงเช่นกัน หากยังคงมีฝนกรดตกลงมาอย่างต่อเนื่อง ภาวะดังกล่าวปรากฏให้เห็นในทะเลสาบทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ของทวีปยุโรป และทะเลสาบทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศสหรัฐอเมริกา และบริเวณที่ใกล้กับประเทศแคนาดา โดยพบค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำฝนน้อยกว่า pH 5.6

2.5.2.5 การมีธาตุอาหารพืชมากเกินไป (Eutrophication)

William M. Marsh (1983 : 185) กล่าวถึง ภาวะการมีธาตุอาหารพืชมากเกินไป เป็นกระบวนการทางชีวเคมีทำงานร่วมกับกระบวนการทางธรณีทางธรรมชาติ ทะเลสาบแต่ละแห่งมีโอกาสได้รับภาวะดังกล่าวนั้นใช้เวลาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ขนาด, ความลึกของทะเลสาบ และสภาพอากาศที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตาม C.T. Wezernak และ William M. Marsh (1978 : 257) อธิบายต่อไปว่า ผลจากการประกอบกิจกรรมของมนุษย์และการพัฒนาที่ดิน ถือเป็นตัวเร่งธาตุอาหาร

และตะกอนในทะเลสาบเพิ่มมากขึ้น ธาตุที่สำคัญที่สุดคือ ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ถือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีธรณีชีวะ ทำให้พืชน้ำเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และเกิดข้อจำกัดการนำแหล่งน้ำไปใช้ประโยชน์ของมนุษย์ นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงความสมดุลของปริมาณการละลายออกซิเจนในน้ำ, สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก, คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำขุ่น, ปริมาณสารอินทรีย์ทับถมในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น, จำนวนปลาบางชนิดต้องย้ายที่อยู่เช่นปลา carp, ลดคุณค่าความงามของทะเลสาบ และการพักผ่อนหย่อนใจ เช่นน้ำส่งกลิ่นเน่าเหม็น

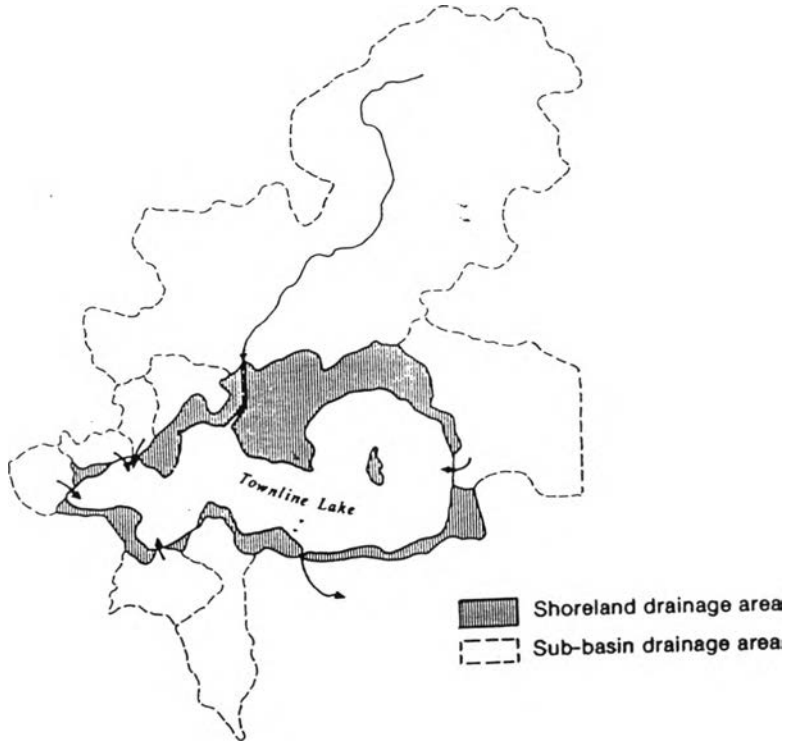
นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตน้ำมาใช้ UNEP(1994 : 15-16) มองว่าการสร้างโรงบำบัดสิ่งปฏิกูลและน้ำเสีย จะช่วยลดภาวะการมีธาตุอาหารมาก เห็นได้จากเมืองคุณหมิง เมืองหลักของจังหวัดยูนนาน ในประเทศจีน มีที่ตั้งใกล้กับทะเลสาบ Dianchi เกิดปัญหาสาหร่ายมากเกินไป (Bloom of the blue-green algae) จนสร้างสาหร่ายพิษชื่อ *Microcystis* ปกคลุมทั่วพื้นผิวทะเลสาบตลอดทั้งปี ปริมาณออกซิเจนในน้ำขาดแคลน ทำลายพืชน้ำท้องถิ่นที่มีอยู่ถึงร้อยละ 90, ปลาบางชนิดและสัตว์จำพวกหอยถูกทำลาย, กระทบถึงอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้ปลาเป็นวัตถุดิบ และการจัดสรรน้ำประปาให้ผู้อยู่อาศัยในเมืองจำนวน 1.2 ล้านคน เกิดการขาดแคลน ทำให้เมืองเริ่มการบำบัดน้ำเสียครั้งแรกในปี 1993 แต่ยังคงบำบัดได้เพียงร้อยละ 10 ของน้ำเสียทั้งหมดภายในเมืองเท่านั้น คุณภาพน้ำจึงไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เพราะเป็นการยากที่จะควบคุมแหล่งธาตุอาหารที่ไหลชะล้างจากภาคเกษตร และพื้นที่เมือง

หากพิจารณาถึงการใช้ที่ดินกับการไหลชะธาตุอาหารมากับน้ำ จากการศึกษาของ William (1984 : 188-189) พบว่า การใช้ที่ดินมีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนโดยการถูกน้ำชะออกจากผืนดิน และไหลไปตามลุ่มน้ำที่มีการใช้ที่ดินประเภทหลักๆ ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตร และพื้นที่เมือง การประมาณปริมาณธาตุอาหาร เริ่มจาก

- ภายในพื้นที่รับน้ำรวม หาจุดทางน้ำไหลลงทะเลสาบ พร้อมกับกำหนดขอบเขตพื้นที่ระบายน้ำย่อยในแต่ละจุด (Sub-basin drainage area) ดังภาพที่ 2.7
- กำหนดสัดส่วนการใช้ที่ดินพร้อมกับประมาณปริมาณธาตุอาหารของแต่ละพื้นที่ระบายน้ำ จากตารางที่ 2.2
- กำหนดพื้นที่ชายฝั่งทะเลสาบ (Shoreland drainage area) ที่มีการระบายน้ำลงทะเลสาบโดยตรง คำนวณหาปริมาณธาตุอาหารของแต่ละครัวเรือนที่ตั้งห่างจากชายฝั่งภายในรัศมี 100 yards(91.4เมตร) ในอัตราดังนี้ (หน่วย : กิโลกรัม/ครัวเรือน/ปี)

ปริมาณฟอสฟอรัส	*ปริมาณไนโตรเจน*
0.28	*10.66*

ภาพ 2.7 พื้นที่รับน้ำทะเลสาบแบ่งตามชนิดพื้นที่ระบายน้ำ : พื้นที่ระบายน้ำย่อย และพื้นที่ชายฝั่ง



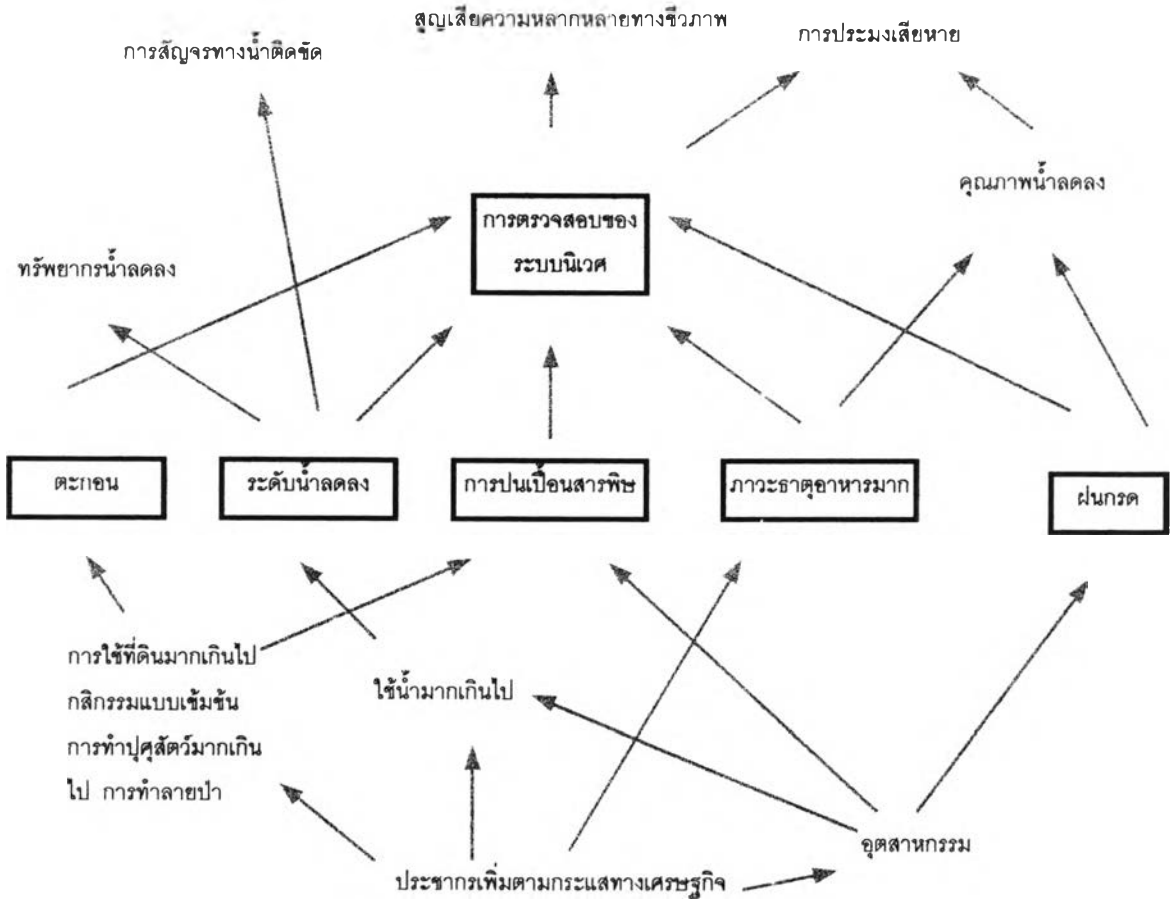
ตาราง 2.2 อัตราการเกิดธาตุอาหารแยกตามประเภทการใช้ที่ดิน

การใช้ที่ดิน	ฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ตร.กม./ปี)	ไนโตรเจน(กิโลกรัม/ตร.กม./ปี)
ป่าไม้	8.5	440
ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้	17.5	450
ส่วนใหญ่เป็นเมือง	30	788
ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตร	28	631
พื้นที่เกษตร	31	982
การใช้ที่ดินผสม	18.5	552

ที่มา : J.Omernik, The Inference of land Use on Stream Nutrient Levels, U.S. EPA, 1977.

หมายเหตุ : สัดส่วนการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในพื้นที่ระบายน้ำย่อย มีดังนี้ พื้นที่ป่าไม้ (มากกว่า 75 %), ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ (50-75 %), ส่วนใหญ่เป็นเมือง(มากกว่า 40 %), พื้นที่เกษตร(มากกว่า 75 %), ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตร(50-75 %), การใช้ที่ดินผสม (แบ่งเป็นพื้นที่เมือง 25% , พื้นที่เกษตร 30 % และพื้นที่ป่า 45%)

ภาพ 2.8 ความสัมพันธ์ของปัญหาสิ่งแวดล้อมในทะเลสาบ



2.5.3 <u>การป้องกันและการฟื้นฟูทะเลสาบ</u>

2.5.3.1 <u>การตรวจวัด</u>

UNEP (1994 : 25) ได้แบ่งการติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และน้ำใต้ดิน ออกเป็น 3 เขตดังนี้

(1) Baseline Station ติดตั้งในต้นน้ำของทะเลสาบหรือพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ

(2) Trend Station ติดตั้งตามลุ่มน้ำ ทะเลสาบ และชั้นกักเก็บน้ำที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของคุณภาพน้ำมีส่วนสัมพันธ์กับกิจกรรมการใช้ที่ดินด้านอุตสาหกรรมและกิจกรรมที่เกิดจากชุมชน

(3) Global River Flux Station ติดตั้งในปากแม่น้ำหลักๆ บริเวณที่สารพิษและธาตุอาหารตามลุ่มน้ำก่อนไหลลงมหาสมุทร

ข้อมูลที่ได้รับสามารถประเมินคุณภาพน้ำในระดับภาคและจัดการคุณภาพน้ำนอกจากให้ประชาชน และองค์กรที่มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมกันประเมินในสุขภาพของประชาชน ระบบนิเวศน้ำจืด และสภาพแวดล้อม

2.5.3.2 <u>การจัดการการใช้ที่ดิน</u>

UNEP (1994 : 26) กล่าวว่า สิ่งที่จำเป็นสำหรับการจัดการและการพัฒนาลุ่มน้ำ คือ การจัดการการใช้ที่ดินโดยรวม รวมทั้งการควบคุมมลพิษที่ไม่ปรากฏแหล่งแน่นอน กลยุทธ์สำหรับการควบคุมคุณภาพน้ำและปริมาณน้ำควรมีการประสานงานร่วมกัน การจัดการโดยกว้างๆ ที่ต้องการปรับปรุงการจัดการดิน (เช่น การกัดเซาะผิวดิน และการเกิดความเค็ม เป็นต้น) การจัดการข้างต้นเกิดความเหมาะสมไม่ได้ หากปราศจากการพิจารณาลักษณะทางธรรมชาติของลุ่มน้ำรวมทั้งการวิเคราะห์กระบวนการที่นำไปสู่การบ่งชี้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และการพิจารณาวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ส่วน สิทธิพร ภิรมย์รื่น (2541 : 324) ได้ให้แนวทางการใช้ที่ดินเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ดังนี้

1) การจำกัดการเติบโตของประชากรหรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจ เป็นวิธีการป้องกันกิจกรรมมนุษย์ ไม่ให้มีปริมาณเกินขีดความสามารถของระบบธรรมชาติในการกำจัดของเสีย เช่น แหล่งน้ำสามารถรับสารอินทรีย์ (ซึ่งมูลนิธิโลกสีเขียว (103) อธิบายว่าเป็นสารทำให้น้ำเสีย ได้แก่โปรตีน, กรดอะมิโน, ปัสสาวะ, แป้ง,ข้าว, ไขมัน, สบู่ และน้ำมัน) ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์น้ำที่ต้องใช้ออกซิเจน

2) การจำกัดการเติบโตกิจกรรมเศรษฐกิจบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตพาณิชยกรรม และกิจกรรมทางการเกษตร ที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย

3) การใช้ที่ดินอาจกระจายออกไปในลักษณะที่ธรรมชาติเป็นตัวช่วยลดมลพิษมากที่สุด และเกิดความเสียหายต่อแหล่งน้ำน้อยที่สุด ชนิดของดินสามารถรองรับน้ำและของเสียจากบ่อเกรอะ-บ่อซึมต่างกัน การพัฒนาที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่ไม่มีท่อระบายน้ำรวม อาจถูกจำกัดความหนาแน่นโดยความสามารถของดินที่จะรองรับน้ำเสียจากบ่อเกรอะ โดยไม่เกิดมลพิษที่ผิวน้ำหรือกับน้ำใต้ดิน

4) การควบคุมคุณภาพของกระบวนการพัฒนา เช่นพื้นที่มีน้ำท่วมขัง การพัฒนาอาจเกิดข้อกำหนดเป็นพื้นที่เฉพาะสำหรับการพัฒนาบางประเภทที่ต้องจัดหาพื้นที่รับน้ำฝนชั่วคราว หรือข้อกำหนดในการป้องกันความเสียหายต่อคุณภาพน้ำ เช่นจำกัดการพัฒนาพื้นที่หรือการดำเนินการก่อสร้าง เพื่อลดการไหลออกของดินตะกอน

5) ห้ามการพัฒนาไม่ให้ดำเนินการในที่ดินบางแห่ง เช่นบริเวณน้ำท่วมถึง หากมีสิ่งก่อสร้างและประชากรเข้ามาอยู่อาศัย อาจเกิดน้ำท่วมเพิ่มมากขึ้นเพราะขัดขวางการทางระบายน้ำและลดปริมาณการกักเก็บของแหล่งน้ำ หรือในพื้นที่ลาดชันสูง การพัฒนาอาจทำให้เกิดการพังทลายปรากฏให้เห็นเป็นดินตะกอนไหลลงสู่แหล่งน้ำ

6) การใช้ที่ดิน อาจได้รับการวางแผนในลักษณะของการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการลดปริมาณของเสียอย่างมีโครงสร้าง เช่นกำหนดการใช้ที่ดินตามแนวท่อประปา และท่อระบายน้ำเสียรวม

นอกจากนี้ The National Acadamy of Science (1992 : 116) ได้แนะนำวิธีการใช้ที่ดิน โดยแบ่งออกเป็น 3 วิธีหลักได้แก

1) การกำหนดขอบเขตการใช้ที่ดิน (Zoning) ได้แก่ การรักษาพื้นที่เพื่อกักเก็บน้ำฝน, การกำหนดระยะถอยร่นและจำกัดพื้นที่ชายฝั่งที่จะมีการก่อสร้างขึ้นใหม่, การจำกัดการขนย้ายพืชพรรณออกจากชายฝั่ง, กำหนดขอบเขตของพื้นที่รับน้ำเพื่อการพัฒนาให้น้อยที่สุด, อนุญาตให้การพัฒนาเพื่อไม่ให้น้ำซึมผ่านลงดินให้น้อยที่สุด,และการใช้สนามหญ้าแทนการขุดร่องน้ำหรือท่อระบายน้ำ

2) การบำบัดน้ำไหลจากภายในเมือง ได้แก่ การรักษาเส้นทางการไหลของน้ำในพื้นที่รับน้ำให้คงเดิม, การใช้ระบบน้ำวน, กรอกน้ำไหลเข้าสู่ท่อระบายน้ำอย่างช้าๆ , ย้ายการไหลของน้ำเข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำ, เก็บกวาดถนนให้สะอาด และให้ความรู้แก่ประชาชนถึงวิธีลดการกระจายสารพิษ และควบคุมการใช้ปุ๋ยในสนามหญ้า เป็นต้น

3) การบำบัดน้ำไหลจากภาคเกษตร แบ่งเป็น 2 วิธีได้แก่

3.1) การควบคุมการไหลของน้ำ (การเปลี่ยนแปลงปริมาณและช่วงการไหลสูงสุด) ได้แก่ ห้ามทำการเพาะปลูกหรือมีการเพาะปลูกในพื้นที่ให้น้อยที่สุด, การปลูกพืชในหน้าหนาว, การปรับระดับในพื้นที่ลาดชันสูง, การปลูกพืชขั้นบันได, ใช้พื้นที่มีหญ้าปกคลุมเป็นตัวลดความรุนแรงในการระบายน้ำ และมีการกักเก็บน้ำด้วยหนองบึง

3.2) การควบคุมการสูญเสียธาตุอาหารออกจากผืนดิน ได้แก่ การปรับช่วงเวลาและความถี่ในการใช้ปุ๋ย, ใช้ปุ๋ยในปริมาณและชนิดที่เหมาะสม, เปลี่ยนการใช้ปุ๋ยเป็นชนิดที่ละลายน้ำได้, ปลูกพืชหมุนเวียนจำพวกที่มีฝัก(เช่น ทองหลาง กระถิน และพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น) และเก็บปุ๋ยคอกไว้ใช้ในช่วงฤดูหนาว

2.5.3.3 <u>การจัดการทะเลสาบที่ดี</u>

ความต้องการวิเคราะห์ปัญหาเฉพาะด้านของทะเลสาบทั้งหมดกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ UNEP (1994 : 28) ได้มีกลยุทธ์สำหรับการจัดการทะเลสาบที่ดี ดังภาพที่ 2.9 ดังนี้

1) การประสานความร่วมมือระหว่างการผลิตน้ำดื่มกับการบำบัดน้ำเสีย

2) ในบรรดาโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียควรได้มีการนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นการช่วยลดต้นทุน และการบำบัดน้ำเสียอาจช่วยลดผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศด้วย

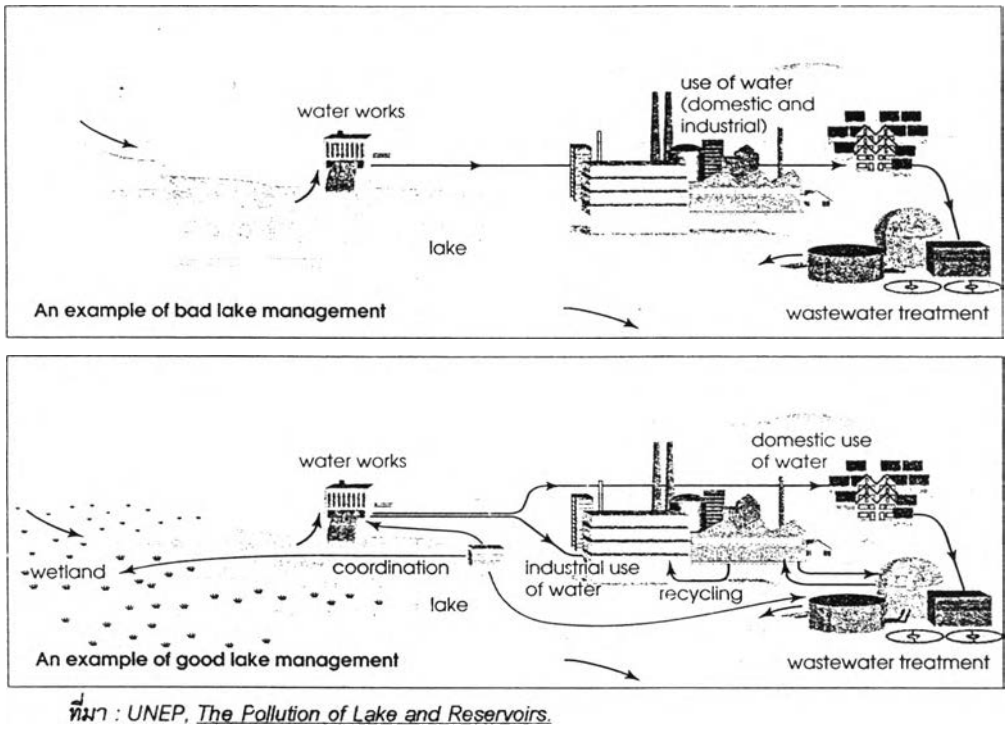
3) พิจารณาการแพร่ของธาตุอาหารจากการเกษตร หากภาวะการเกิดธาตุอาหารสูงนั้นลดลงและเป็นการหลีกเลี่ยงการติดตั้งโรงบำบัดน้ำเสียที่มีมูลค่าสูง

4) ความเกี่ยวข้องกับพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณริมชายฝั่งของลำน้ำสาขา ไหลลงสู่ทะเลสาบ พื้นที่ดังกล่าวทำหน้าที่เป็นแหล่งดักธาตุอาหารจากแหล่งกำเนิดที่ไม่มีการบ่งชี้แน่นอน

2.5.3.4 การถ่ายทอดทางเทคโนโลยี

ภายใต้เงื่อนไขของการอนุรักษ์ น้อยครั้งมากที่พื้นที่หนึ่งต้องดำเนินการเหมือนกับอีกพื้นที่หนึ่ง อย่างไรก็ตามประสบการณ์และความชำนาญทางเทคนิค ได้นำมาจัดการทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำของประเทศหนึ่งเกิดความเหมาะสมแล้วจะเป็นแนวทางปฏิบัติที่สำคัญสำหรับการอนุรักษ์ทะเลสาบในที่อื่น ทั้งทางการประเมินผลและการตรวจวัด สงวนไว้เพื่อการเลือกและการจัดการ การฝึกปฏิบัติและระเบียบวิธีการ และการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรน้ำจืดระหว่างประเทศ แต่มีพื้นที่เฉพาะเพียงไม่กี่แห่งที่สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยี หากได้ทำการสำรวจพื้นที่แล้ว

ภาพ 2.9 ตัวอย่างการจัดการทะเลสาบ



ที่มา : UNEP, The Pollution of Lake and Reservoirs.

2.5.3.5 เทคโนโลยีทางนิเวศ

UNEP (1994 : 30) มองว่า ปัญหามลพิษที่เกิดกับทะเลสาบโดยรวม ยากที่จะมีการแก้ไขโดยใช้วิธีการเดียว เทคโนโลยีทางนิเวศ หรือ วิศวกรรมทางนิเวศ สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยทำให้ทะเลสาบและสิ่งแวดล้อมโดยรอบเกิดความบริสุทธิ์ด้วยตัวมันเอง ยกตัวอย่างเช่น การใช้พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นตัวบำบัดน้ำเสียให้เกิดความบริสุทธิ์ นอกจากนี้ มนัส สุวรรณ (2539 : 164) มีวิธีควบคุมมลพิษทางน้ำ 2 วิธี คือ วิธีแรกใช้สิ่งมีชีวิต (พืชหรือสัตว์) เป็นตัวทำลายหรือลดจำนวนสารมลพิษในน้ำ หากสารมลพิษในน้ำเป็นพวกธาตุอาหาร (Nutrients)วิธีนี้จะให้ผลอย่างรวดเร็ว วิธีที่สอง คือ การย้ายสถานที่ (translocation) ของสารมลพิษจากพื้นน้ำไปสู่พื้นดิน น้ำจะถูกทำให้บริสุทธิ์และสามารถใช้ประโยชน์ได้อีก ในขณะที่ สารมลพิษจะนำไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืช

2.5.3.6 วิธีการทางสังคม

มนัส สุวรรณ (2539 : 164) กล่าวไว้ว่า วิธีนี้มุ่งเน้นไปยังความรับผิดชอบของรัฐบาล ในการออกกฎหมาย และข้อบังคับเพื่อควบคุมการสร้างมลพิษทางน้ำแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบดังนี้

1) เชิงเศรษฐกิจ เป็นการกำหนดให้ผู้สร้างสารมลพิษหรือทำให้น้ำเป็นพิษต้องเสียภาษีหรือค่าธรรมเนียม (Pollution taxes and effluent fees) เป็นหนทางที่ช่วยกระตุ้นทางเศรษฐกิจในการลดการสร้างมลพิษ โดยการจ่ายตามจำนวน

2) เชิงกฎหมายและข้อบังคับ รัฐสามารถออกกฎหมายหรือระเบียบข้อบังคับพร้อมทั้งบทลงโทษแก่ผู้สร้างสารมลพิษ เริ่มจากการกำหนดมาตรฐานสิ่งแวดล้อม จากนั้นจึงทำการบัญญัติกฎหมายว่าด้วยการห้ามปล่อยหรือทิ้งสิ่งปฏิกูลลงแหล่งน้ำ ผู้ฝ่าฝืนจะมีโทษตามกรณี หากกฎหมายไม่สามารถควบคุมการสร้างมลพิษได้ จึงเสนอแนะต่อไปว่า กำหนดให้ทุกคนมีกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินของตน แล้วประเมินว่ามูลค่าของทรัพย์สินของแต่ละคนสมควรสร้างหรือปล่อยทิ้งของเสียสู่สภาพแวดล้อมมากน้อยแค่ไหน หากมีการละเมิดสิทธิหรือทำเกินอำนาจที่กำหนดให้ อาจต้องรับการลงโทษหรือเสียค่าปรับแล้วแต่จะพิจารณาเห็นสมควร

นอกจากนี้ UNEP (1994 : 32) ได้เสนอต่อไปว่าวิธีการหนึ่งที่ควรให้ความสำคัญไม่แพ้กันก็คือ

(3) การเผยแพร่ประโยชน์ของทะเลสาบสู่สาธารณะ ในขณะที่กลุ่มคนจำนวนมากได้รับประโยชน์จากทะเลสาบ แต่มีเพียงไม่กี่คนที่รู้คุณค่าของมันอย่างแท้จริง เว้นแต่ทะเลสาบได้เปลี่ยนสภาพไป ประชาชนควรตระหนักถึงการคงรักษาประโยชน์, มาตรการป้องกัน และปัญหาที่ยังไม่รับการแก้ไข ดังนั้นควรมีส่วนรับรู้สภาพของธรรมชาติ และเศรษฐกิจ-สังคมต่อการใช้ทะเลสาบให้ยืนยาว สิ่งที่สำคัญมาก คือการแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการทะเลสาบทั้งที่ประสบผลสำเร็จและล้มเหลว การถ่ายทอดข้อมูล จำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมในสังคมทุกระดับ ตั้งแต่กลุ่มวัยรุ่น, ครู, ประชาชนทั่วไป, ผู้ใช้ทรัพยากรของทะเลสาบ โดยการประกาศหรือโฆษณาประชาสัมพันธ์,หลักสูตรการฝึกอบรม, และการปรับปรุงการศึกษาในโรงเรียน หากทะเลสาบได้รับการจัดการที่ดี ผลดีของการใช้ประโยชน์ก็จะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2.3 มาตรการควบคุมภายนอกสำหรับการฟื้นฟูทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำในทางกายภาพและทางกฎหมาย

มาตรการควบคุมภายนอก	พื้นที่ตัวอย่างของทะเลสาบ
การป้องกันในพื้นที่รับน้ำ	
• การควบคุมวงจรน้ำและการกัดเซาะผิวดิน	
ควบคุมการทำลายป่าในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ	Dian-Chi (China)
ควบคุมการปลูกพืชตามเชิงเขา	Biwa (Japan)
ข้อกำหนดเขตกันชนระหว่างพื้นที่เพื่อเกษตรกับบริเวณชายฝั่ง	Broa Reservoir (Brazil)
ควบคุมทำการเพาะปลูกในพื้นที่สูง	Barr Bonita Reservoir (Brazil)
• ข้อกำหนดการใช้ที่ดิน	
การควบคุมการใช้ที่ดิน	Tahoe (USA)
การย้ายแหล่งเกิดมลพิษจากพื้นที่ลุ่ม	Feitsui Reservoir (Taiwan)
ห้ามนำพื้นที่ปล่อยร้างไว้มาใช้ประโยชน์	Constance Zgermany, Austria, Switzerland)
การควบคุมการแพร่กระจายมลพิษในโรงงาน	Baikal (Russia)
• การบำบัดสิ่งปฏิกูล	
การก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่	Maggiore (Switzerland, Italy)
การขุดสระเพื่อใช้ในกระบวนการออกซิเดชั่น	Ya-er (China)
การก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก	Naka-umi (Japan)
ใช้ถังแก๊ส	Biwa (Japan)
การเปลี่ยนทางน้ำไหลของสิ่งปฏิกูล	McIlwaine (Zimbabwe)
นำผลจากการบำบัดใช้ในทางปศุสัตว์	Furen (Japan)
การหมักมีเทนของน้ำเสียภายใน	Chao-hu (China)
การควบคุมการใช้สารเคมีทางการเกษตร	Kinneret (Israel)
ข้อกำหนดห้ามทิ้งสารพิษ	Orta (Italy)

ที่มา : UNEP, The Pollution of Lake and Reservoirs

ภาพ 2.10 กรอบการศึกษาวิจัย