บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง "สภาพน้ำในแม่น้ำแควน้อยกับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในจังหวัดกาญจนบุรี" เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในจังหวัดกาญจนบุรีที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพน้ำในแม่น้ำแควน้อย ที่อาจส่งผลกระทบย้อนกลับสู่การจัดการอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของจังหวัดกาญจนบุรีเอง และ ชุมชนในบริเวณใกล้เคียง ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพน้ำในแหล่งน้ำ ทั้งในด้านมลภาวะ อุทกศาสตร์ และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว และจากแหล่งวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หนังสือ วารสาร รายงานการวิจัย จุลสาร และเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และสาระสำคัญที่ผู้ศึกษาได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการวางกรอบแนวความคิดในการอ้างอิง และอธิบายการศึกษาให้มีความสมบูรณ์และเชื่อถือได้ ซึ่งแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามีดังต่อไปนี้

ในการศึกษาครั้งนี้นอกจากแนวคิดเกี่ยวกับจังหวัดกาญจนบุรี แม่น้ำแควน้อยซึ่งถือเป็นปริบทของการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาจึงได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี การทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ดังนี้

2.1 น้ำ – อุทกศาสตร์ – ชลศาสตร์
2.2 การจัดการการอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว
2.3 มลภาวะของน้ำ น้ำเสียน้ำทิ้ง
2.4 การจัดการน้ำ
2.5 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1 น้ำ – อุทกศาสตร์ – ชลศาสตร์

น้ำในลำธาร (Streamflow) (วิชา นิยม, 2535) เกิดจากฝนที่ตกลงมาจากฟ้า หรืออาจเรียกว่า "น้ำท่า" ก็ได้ ซึ่งมิได้จำกัดว่าลำธารนั้นจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ ส่วนคำว่า "น้ำท่า" นั้นได้มาจากการตั้งบ้านเรือนของคนสมัยก่อน ๆ จะตั้งบานเรือนหรือตั้งเมืองริมฝั่งที่มีความเหมาะสมต่อการลงไปใช้น้ำในลำน้ำ เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ และจะสร้างท่าน้ำยื่นออกไปในลำธาร หรือเป็นพื้นที่ริมธารที่มีความเหมาะสมในการใช้ลำธารนั้น ๆ จึงได้ชื่อเรียกว่า "น้ำท่า"

น้ำท่า (ฉัตรไชย รัตนไชย, 2529) หมายถึงน้ำที่ไหลในลำน้ำ (Streamflow) ซึ่งรับน้ำจากลุ่มน้ำ (Basin หรือ Watershed หรือ Catchment) ที่มีขอบเขตกำหนดไว้ชัดเจน ขอบเขตโดยธรรมชาติของลุ่มน้ำได้แก่แนวสันของเทือกเขาซึ่งลาดเทลงสู่แหล่งน้ำ

2.1.1 ส่วนประกอบของน้ำในลำธาร

โดยทั่ว ๆ ไปก็มาจากน้ำฝนนั่นเอง แต่ได้มีการแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำลำธารได้ 4 ขบวนการด้วยกันได้แก่

1) น้ำไหลบ่าหน้าดิน (Surface Runoff) เกิดจากฝนที่ตกหนักลงมาไม่สามารถซึมผ่านผิวดินได้ทัน ประกอบกันสภาพพื้นที่มีความลาดเอียง ทำให้น้ำส่วนนี้ไหลลงสู่ลำธารในลักษณะการไหลของน้ำไหลบ่าหน้าดินลงสู่ลำธารก็ได้ ปริมาณน้ำส่วนนี้จะเป็นปริมาณน้ำที่มีมากที่สุดในปริมาณน้ำที่ไหลทั้งหมดในลำธาร น้ำส่วนนี้เป็นส่วนที่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นลูกโซ่ (Chain Environment Problem) มากมายหลายประการเช่น ดินขาดธาตุอาหาร น้ำในลำธารเสียคุณภาพทั้งด้าน กายภาพ เคมี และชีวภาพ มีผลต่อการสูญพันธุ์ การลดอัตราการเจริญเติบโต หรือการขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำ การตกตะกอนทำให้ลำธารตื้นเขินมีผลต่อการเกิดอุทกภัย หรือการคมนาคมทางน้ำ เป็นต้น

2) น้ำซึมผ่านชั้นดินด้านข้าง (Lateral Flow) เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาซึมผ่านผิวดินลงไปแต่ในขณะเดียวกันที่ซึมผ่านชั้นดินต่าง ๆ ซึ่งมีความสามารถในการซึมผ่านชั้นดินต่าง ๆ น้อยกว่าการซึมผ่านชั้นดิน และพื้นที่ที่มีความลาดเอียงก็จะทำให้น้ำส่วนนี้ไหลไปตามความลาดเอียงลงสู่ลำธารก็ได้ มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ไหลบ่าหน้าดิน ปริมาณน้ำส่วนนี้อาจไหลซึมออกมาที่ผิวดินเนื่องจากอัตราการซึมน้ำผ่านชั้นดินต่าง ๆ เป็นไปด้วยความเชื่องช้า ประกอบกับพื้นผิวที่มีความชันสูงทำให้แรงดึงดูดของโลกดึงให้น้ำส่วนนี้ไหลออกมี่ผิวดินกลายเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินได้ อย่างไรก็ดี น้ำส่วนนี้อาจไหลลงสู่แหล่งน้ำหรือแม่น้ำตามความลาดเอียงของชั้นดินก็ได้ คุณภาพของน้ำค่อนข้างดีแต่ยังคงมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ได้มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เช่นยาฆ่าแมลง ปุ๋ย เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำส่วนนี้ยังไหลในชั้นดินที่ค่อนข้างตื้นมากนั่นเอง ส่วนใหญ่จะไหลไม่เกิน 1 เมตรจากผิวดิน

3) น้ำใต้ดิน (Ground Water) เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วซึมลงไปในดินถึงระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) แล้วรวมกับน้ำใต้ดินซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่จะปลดปล่อยน้ำออกสู่ลำธารอย่างช้า ๆ ตลอดเวลา น้ำส่วนนี้เป็นน้ำที่มีคุณภาพดีทั้งด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ น้ำที่พบโดยทั่ว ๆ ไป จะใสสะอาดสามารถนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ โดยการบำบัดน้ำอย่างง่าย ๆ เท่านั้น

4) ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบนผิวน้ำในลำธารโดยตรง (Direct Channel Rainfall) อย่างไรก็ดี ปริมาณน้ำฝนที่ตกในลักษณะนี้จะมีผลมาก ในลักษณะที่เป็นลำธารหรือแม่น้ำขนาดใหญ่ที่มีพื้นผิวหน้าน้ำสัมผัสกับท้องฟ้าโดยตรง น้ำฝนส่วนนี้จะทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นทันทีที่ฝนตกลงไปรวมกับน้ำในลำธาร น้ำส่วนนี้มีคุณภาพเหมือนน้ำใต้ดินแต่อาจจะมีส่วนผสมของสิ่งสกปรกได้ง่ายในเขตพื้นที่อุตสาหกรรมหรือชุมชนที่ทำให้เกิดเป็นฝนกรด (Acid Rain) ของสารพวกซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนตริกออกไซด์ เป็นต้น

2.1.2 น้ำไหลบ่าหน้าดินกับปัญหาสิ่งแวดล้อม

ป่าไม้ช่วยในการดูดน้ำฝนเอาไว้ ป้องกันการกระทบโดยตรงของเม็ดฝนต่อผิวหน้าดิน ป่าไม้ช่วยชะลอการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินและเพิ่มโอกาสการซึมผ่านผิวดินนั้น การทำลายป่าไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าไม้ที่เรียกว่าป่าต้นน้ำลำธารนี้จะทำให้ไม่มีน้ำปกคลุมพื้นผิวดิน ทำให้เกิดการพังทลายของดินลงสู่ลำน้ำ ห้วย ลำธาร แม่น้ำลำคลอง ก่อนเกิดปัญหาลูกโซ่ (Chain Environment Problem) อีกมากมายติดตามมา เช่น

1) ดินเสื่อมคุณภาพลง เนื่องจากการขาดความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ถูกน้ำพัดพาไป

2) คุณภาพน้ำในลำธารเสียทั้งด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพไม่สามารถใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคได้ตามปกติ

3) สัตว์น้ำล้มตายสูญพันธ์ไป หรือทำลายอาชีพการประมงหรือเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีผลทำให้ผลผลิตทางด้านสัตว์น้ำลดลง

4) ทำให้เกิดการสะสมของตกตะกอนมากขึ้นและรวดเร็วขึ้นในเขื่อน ทำให้มีปริมาณน้ำในเขื่อนน้อย ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้า หรือการชลประทานรวมทั้งยังทำให้อายุของการใช้เขื่อนลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งอาจประเมินการลงทุนการก่อสร้างเขื่อน ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนที่วางไว้ตั้งแต่แรกเริ่มโครงการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5) ลำห้วยลำธารตื้นเขินไม่สามารถให้น้ำระบายได้ทันในช่วงฤดูฝนทำให้เกิดอุทกภัยได้ง่ายขึ้นและรุนแรงมากขึ้น การคมนาคมทางน้ำเป็นไปด้วยความยากลำบากต้องมีค่าใช้จ่ายในการขุดลอกคูคลองหรือแม่น้ำ

6) ทำให้เกิดภาวะแห้งแล้ง เนื่องจากความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินบริเวณต้นน้ำลำธารลดน้อยลง จนไม่สามารถปลดปล่อยน้ำให้ไหลในช่วงฤดูแล้งอีกด้วย

ซึ่งเกิดจากเหตุผลเพียงประการเดียวเท่านั้น คือการขาดสิ่งปกคลุมพื้นดินที่จะช่วยป้องกันการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน (Surface Runoff) ซึ่งเกิดมาจากการตกของฝนที่ตกหนัก ตกนานและตกบ่อย จนกระทั่งดินไม่สามารถให้น้ำซึมผ่านได้ทันนั่นเอง และการทำลายสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่สูง ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปแล้วพบว่า มีฝนตกชุกย่อมก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้นได้ทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภาค ระดับประเทศ รวมไปถึงระดับภูมิภาคในกรณีที่เป็นแม่น้ำระหว่าประเทศ เช่น แม่น้ำโขง ได้เป็นอย่างดี

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของน้ำในลำธาร

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) ปัจจัยที่เกิดจากลักษณะอากาศ (Meteorological Factors)ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะอากาศที่สำคัญได้แก่ฝน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการระเหยของน้ำ ความเร็วลม ฯลฯ มีผลต่อการไหลของน้ำเป็นอย่างมาก และปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือ ฝน (Rainfall) แบ่งฝนได้เป็น 5 ประการด้วยกัน

1.1) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall Amount) เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงปริมาณการไหลของน้ำในลำธารจากมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำฝน ฝนตกมากย่อมทำให้เกิดการไหลของน้ำในลำธารมากขึ้น

1.2) ความหนักเบาของฝน (Rainfall Intensity) ได้แก่ปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อหน่วยเวลา มีความรุนแรงมากน้อยต่างกันอย่างไร ถ้าหากฝนตกมีความหนักเบาของฝนค่อนข้างสูงก็จะทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มาก เนื่องจากน้ำฝนไม่สามารถจะซึมลงสู่ผิวดินได้ทันนั่นเอง ดังนั้นฝนที่ตกแบบ Thunderstorm จะมีโอกาสที่จะทำให้เกิดอุทกภัยได้อย่างรวดเร็ว (Flash Flood) มักจะเกิดในลุ่มน้ำขนาดเล็ก วิชา(2523) ได้แบ่งความหนักเบาของฝนไว้ดังนี้

- น้อยกว่า 10 ม.ม. ไม่ก่อให้เกิดการพังทลายของดิน น้ำฝนส่วนใหญ่กลายเป็นน้ำพืชยึด มีโอกาสเกิดขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 35 % ของจำนวนครั้งทั้งหมดของฝนที่ตก
- 10 - 30 ม.ม. ก่อให้เกิดการพังทลายของดินเล็กน้อย เริ่มมีผลต่อปริมาณการไหลของน้ำในลำธาร มีโอกาสเกิดขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 30 % ของจำนวนครั้งทั้งหมดของฝนที่ตก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- 30 – 60 ม.ม. ปัญหาการพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางที่สามารถควบคุมได้ มีโอกาสเกิดขึ้น 20 % ของจำนวนครั้งทั้งหมดของฝนที่ตก

- 60 – 100 ม.ม. มีปัญหาการพังทลายของหน้าดินค่อนข้างมาก ต้องดำเนินการจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีโอกาสเกิดขึ้นได้ไม่เกิน 10 % ของจำนวนครั้งทั้งหมดของฝนที่ตก

- มากกว่า 100 ม.ม. มีปัญหาต่อการพังทลายของหน้าดินระดับสูงมาก ต้องดำเนินการจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบเข้ม (Intensive Management) มีโอกาสเกิดขึ้นได้ไม่เกิน 5 % ของจำนวนครั้งทั้งหมดของฝนที่ตก

1.3) ความยาวนานของฝนที่ตก (Rainfall Duration) เป็นช่วงเวลาที่ฝนตกถ้าฝนตกหนักในช่วงเวลาสั้น ๆ ก็จะทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินลงสู่ลำธารได้ ทำให้เกิด Flash Flood ได้ แต่ถ้าหากฝนนั้นตกหนักและตกนานจะทำให้เกิดอุทกภัยอย่างร้ายแรง ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สินทั้งที่สูญเสียโดยตรงหรือทางอ้อม และทรัพย์สินที่สูญเสียไปก็ไม่อาจประมาณค่าได้

1.4) การกระจายของน้ำฝน (Rainfall Distribution) เนื่องจากการเกิดฝนตกนั้น ถ้าหากครอบคลุมพื้นที่ขนาด เล็กก่อให้เกิดความสูญเสียเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ถ้าหากฝนตกหนัก ตกนาน และครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ เช่นการเกิดพายุดีเปรสชั่นพัดผ่านเข้ามาจะพบว่ามีฝนตกหนัก ตกนาน และครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้างกว้างขวางมาก ทำให้เกิดอุทกภัยตามมาทุกครั้งไป ตัวอย่าง เช่นอุทกภัยที่เกิดขึ้นแทบทุกปีในเขตจังหวัดทางภาคอีสานของประเทศไทย ซึ่งมีพายุดีเปรสชั่น (Depression Storm) พัดผ่านเข้ามา หรือการเกิดอุทกภัยที่อำเภอกระทูน จังหวัดนครศรีธรรมราช การเกิดพายุใต้ฝุ่น (Tropical Storm) แองเจล่า ที่จังหวัดเพชรบุรี และพายุโซนร้อนฟอร์เรสต์ ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี 2535 เป็นต้น

1.5) ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนผิวน้ำโดยตรง (Channel Rainfall) เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาจากฟากฟ้าและได้ตกลงในลำธารโดยตรง ทำให้เป็นการเพิ่มน้ำโดยตรงให้กับลำธาร ทำให้ลำธารมีความสามารถในการรับน้ำจากลำธารสายย่อย ๆ ต่าง ๆ (Channel Capacity) ลดลงทำให้เกิดปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นในลำธารอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งลำธารที่มีความกว้างของลำธารค่อนข้างมาก และเป็นลำธารที่เกิดบนพื้นที่ค่อนข้างราบ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำแม่กลองเป็นต้น

สำหรับปัจจัยเกี่ยวกับลักษณะอากาศอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการระเหยน้ำ ความเร็วลม ฯลฯ นั้นก็มีส่วนช่วยทำให้เกิดการระเหยน้ำขึ้นสู่ท้องฟ้าได้บ้าง แต่เป็นเพียงช่วยลดความรุนแรงของน้ำในลำธารได้บ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง ถึงแม้ว่าจะมีฝนตกหนักจนกระทั่งเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินก็ตาม ความร้อนของอากาศ อัตราการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระเหยของน้ำความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะช่วยให้น้ำฝนที่ตกลงมากลับกลายเป็นไอน้ำสู่บรรยากาศได้ค่อนข้างมาก ประกอบกับช่วงฤดูแล้งลำธารมีความสามารถที่จะรับน้ำได้ค่อนข้างสูงมาก (High Channel Capacity) จึงอาจไม่เกิดอุทกภัยก็ได้

2) ปัจจัยที่เกิดจากลักษณะภูมิประเทศ (Physiographic Factors) สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำ เน้นรวมไปถึงสภาพพื้นผิวดินของโลก (Landform) มีความแตกต่างกันไปตามสภาพท้องที่ลักษณะภูมิประเทศที่มีผลต่อการไหลของน้ำไหลของน้ำในลำธาร ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่และลำธาร ทิศทางในการไหลของน้ำในลำธาร ความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดของดิน ชนิดของลำธารและความกว้างขวาง หรือขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ฯลฯ ซึ่งมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

2.1) ความลาดชันของพื้นที่และลำธาร (Slope Gradient) พื้นที่ลุ่มน้ำจะมีความลาดชันแตกต่างกันไป ลุ่มน้ำที่มีความลาดชันค่อนข้างสูง จะทำให้น้ำในลำธารไหลเร็วซึ่งเป็นคุณสมบัติของของไหล (Fluid) ที่จะพยายามไหลลงสู่พื้นที่ต่ำด้วยแรงดึงดูดของโลก (Gravity) ซึ่งน้ำก็เป็นของไหลชนิดหนึ่ง จึงทำให้น้ำที่เกิดจาฝนตกลงมามีโอกาสที่แปรสภาพน้ำฝนเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดิน ไหลลงสู่ลำธารได้รวดเร็วมากขึ้น ถ้าหากพื้นที่นั้น มีความลาดชันสูงเนื่องจากน้ำมีโอกาสซึมลงผิวดินได้น้อย และมีอิทธิพลจากแรงดึงดูดของโลกมาเกี่ยวข้องเป็นส่วนใหญ่

ความลาดชันของลำธาร อาจจะแตกต่างไปจากความลาดชันของพื้นที่ ทำให้ลำธารใหญ่ (Mainstream) อาจมีความลาดชันต่ำกว่าความลาดชันของลำธารย่อยการไหลของน้ำอาจจะช้า ไม่รวดเร็วก็ได้

2.2) ขนาดและรูปร่างของลำธาร (Stream Pattern) ลำธารที่มีขนาดใหญ่สามารถที่จะรับน้ำได้ค่อนข้างมาก โอกาสที่จะเกิดอุทกภัยหรือน้ำท่วมมีโอกาสเกิดขึ้นค่อนข้างน้อยกว่าลำธารที่มีขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถที่จะระบายน้ำได้ทัน

รูปร่างของลำธารมีความสัมพันธ์ต่อขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ควรจะมีจำนวนลำธารค่อนข้างมาก เพื่อช่วยในการระบายน้ำ และทิศทางของการเกิดธารก็มีผลต่อการไหลของน้ำในลำธารเป็นอย่างยิ่ง ลำธารที่มีจำนวนลำธารและความยาวมากย่อมมีความสามารถในการระบายน้ำได้มาก เช่น ลำธารแบบ Dendritic จะเป็นลำธารที่มีความสามารถในการระบายน้ำได้มาก เพราะมีลำธารย่อยมากหลาย Order ทั่วถึงทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ

2.3) ทิศทางการไหลของน้ำในลำธาร (Stream Aspect) ลำธารที่มีความคดเคี้ยวน้อย ก็จะช่วยในการระบายน้ำได้ดีกว่าลำธารที่มีความคดเคี้ยวมาก ซึ่งจะพบโดยทั่ว ๆ ไปว่าลำธารบนภูเขาจะเป็นลำธารที่มีลักษณะค่อนข้างตรง และมีความลาดชันค่อนข้างสูงมาก มีจำนวนลำธารและความยาวต่อหน่วยพื้นที่ค่อนข้างมาก ทำให้เกิดการระบายน้ำได้ดี ประกอบกับพื้นที่บนภูเขามีความสูงที่สูงกว่าที่ราบจึงไม่ปรากฏว่ามีการเกิดอุทกภัยบนพื้นที่ภูเขา แต่จะเกิดอุทกภัยในเขตที่ราบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากลำธารมีความคดเคี้ยวมาก ประกอบกับเป็นพื้นที่ราบ อีกทั้งจำนวนลำธารและความยาวลำธารต่อหน่วยพื้นที่ค่อนข้างน้อยกว่าพื้นที่ที่เป็นภูเขา อัตราการไหลของน้ำค่อนข้างช้าเนื่องจากมีความลาดชันน้อยจึงได้รับอิทธิพลจากแรงดึงดูดของโลกน้อยลงไป

3) ชนิดของดิน (Soil Type) ดินแต่ละชนิดมีความสามารถในการที่จะให้น้ำซึมผ่านผิวดิน ผ่านชั้นของดินต่าง ๆ และความสามารถในการเก็บไว้ในดินแตกต่างกัน ดินที่ลึก มีอินทรียวัตถุมากและมีความชื้นในดินต่ำ ย่อมทำให้โอกาสที่น้ำฝนแปรสภาพไปเป็นน้ำไหลในลำธารมีน้อยลง เนื่องมาจากดินมีศักยภาพในการเก็บกักน้ำฝนแปรสภาพไปเป็นน้ำไหลในลำธารมีน้อยลง เนื่องจากดินมีศักยภาพในการเก็บกักน้ำไว้ได้มากนั่นเอง ดินที่ให้น้ำซึมผ่านผิวดินได้มากหรือได้เร็ว ย่อมทำให้โอกาสที่จะเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินลงสู่ลำธารค่อนข้างช้า ส่วนดินที่มีความสามารถในการเก็บน้ำไว้ในดินได้ค่อนข้างสูง ย่อมทำให้มีการระบายน้ำลงสู่ลำธารได้อย่างช้า ๆ ตลอดเวลาและค่อนข้างสม่ำเสมอ เช่น ดินพวก Sandy Clay Loam หรือ Clay Loam เป็นต้นส่วนดินที่มีทรายเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูงจะทำให้น้ำซึมลงในดินได้รวดเร็ว แต่ไม่สามารถเก็บน้ำไว้ในดินได้นาน ทำให้ดินมีโอกาสที่จะปลดปล่อยน้ำสู่ลำธารได้รวดเร็ว ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง เช่น ดินทางภาคอีสานของประเทศไทย เป็นต้น

4) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Elevation) การไหลของน้ำในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความสูงจากระดับน้ำทะเลนั้นได้แก่ การไหลของน้ำบริเวณที่ราบใกล้ทะเลหรือมหาสมุทร จะไหลเป็นไปด้วยความเร็วค่อนข้างต่ำมาก เนื่องจากมีความแตกต่างระดับความสูงค่อนข้างน้อย ทำให้ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) มามีอิทธิพลต่อการไหลของน้ำเป็นอย่างยิ่ง และในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นจะทำให้น้ำในลำธารไหลลงสู่ทะเล เป็นไปด้วยความยากลำบากตามบริเวณปากแม่น้ำโดยทั่ว ๆ ไป เช่นปากแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น

5) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในการใช้ที่ดิน (Land Use Activities) การใช้ที่ดินเป็นปัญหาสำคัญที่มนุษย์พยายามที่จะจัดการใช้ที่ดินให้ถูกหลักเกณฑ์การใช้ที่ดิน แต่ก็มีปัญหาทางด้านต่าง ๆ มาเกี่ยวข้อง เช่นปัญหาด้านกฎหมาย ปัญหาด้านการเมืองและการทหาร ปัญหาด้านเศรษฐกิจและสังคม ฯลฯ การใช้ที่ดินให้ถูกต้องตามสมรรถนะของดิน (Land Capability) เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and Water Conservation) การใช้ที่ดินผิดวิธีทำให้เกิดปัญหาการพังทลายของดิน (Soil Erosion) และสูญเสียทรัพยากรอื่น ๆ ไปได้เปล่าประโยชน์เป็นอย่างมาก (Waste) การใช้ที่ดินจึงต้องอาศัยหลักการทางด้านอนุรักษ์ดินและน้ำเข้าช่วยในการดำเนินการ ซึ่งสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำจะมีความแตกต่างกันไป มีการใช้ประโยชน์แบบต่าง ๆ กันเช่น การใช้ที่ดินเป็นสภาพป่าแบบต่าง ๆ พื้นที่การเกษตรกรรมพื้นที่ใช้ที่ดินแบบวนเกษตร พื้นที่ที่เป็นเมือง ถนน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โรงงานอุตสาหกรรม แหล่งน้ำ ฯลฯ ซึ่งปัญหาความเจริญทางวัตถุมีมาก จึงทำให้เกิดปัญหาในการก่อสร้าง โดยใช้วิธีทางวิศวกรรมมากขึ้น

การสร้างถนนหรือทางรถไฟบนพื้นที่ราบ มีการก่อสร้างสะพานหรือท่อระบายน้ำค่อนข้างน้อยเพราะว่าเป็นการลดค่าใช้จ่ายของโครงการก่อสร้างให้มีความเป็นไปได้ โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะติดตามมาในอนาคต ทำให้น้ำที่เคยไหลบ่าหน้าดินในทุ่งนาต้องไหลผ่านได้เฉพาะบริเวณช่องสะพานหรือท่อระบายน้ำขนาดเล็ก ๆ เท่านั้น ทำให้น้ำไม่สามารถไหลได้ตามปกติ น้ำส่วนที่รอการระบายนั้นก็จะทำให้เกิดอุทกภัยได้ เช่น ถนนสายกรุงเทพมหานครไปจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นต้น

2.1.4 น้ำท่วม

น้ำท่วม (ฉัตรไชย รัตนไชย, 2529)หมายถึงการที่น้ำไหลครอบคลุมพื้นดินที่ซึ่งในยามปกติเป็นบริเวณที่ไม่มีน้ำปกคลุม และสามารถใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้ดุจเดียวกับพื้นที่อื่น ปรากฏการณ์นี้มักก่อให้เกิดผลเสียหายทางเศรษฐกิจ และอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตของผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่น้ำท่วมถึง อาจแยกโดยถือว่าปัญหาระบายน้ำในยามปกติเกี่ยวข้องกับการระบายน้ำ “ก่อน” ที่จะลงสู่แม่น้ำลำธาร เป็นปัญหาการระบายน้ำ และปัญหาน้ำท่วมจะเกี่ยวกับน้ำที่เอ่อท่วมชายฝั่ง “หลัง” จากไหลสู่ลำธารแล้ว โดยทั่วไปเมื่อพูดถึงน้ำท่วมก็จะหมายถึง น้ำหลากซึ่งเกิดจากฝนที่มีปริมาณมากผิดปกติ และมักจะหมายถึงฝนที่เกิดในช่วงเวลาสั้น ๆ จะไม่รวมถึงน้ำนองที่เกิดจากน้ำท่าในบริเวณลุ่มน้ำเล็ก ๆ ซึ่งอยู่ในขอบข่ายของงานระบายน้ำจากแหล่งชุมชน

1) มาตรการในการป้องกันน้ำท่วม (Flood Control Measures)

(ฉัตรไชย รัตนไชย, 2529) มาตรการในการต่อสู้กับภัยจากน้ำท่วมที่ใช้กัน แบ่งกว้าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภทคือ (1) มาตรการประเภทที่เป็นโครงสร้าง (Structural Measures) และ (2) มาตรการประเภทที่ไม่ใช้โครงสร้าง (Non-Structural Measures)

มาตรการประเภทที่เป็นโครงสร้าง มาตรการนี้หมายรวม ๆ ถึงการใช้โครงสร้างต่าง ๆ เพื่อลดอันตรายอันเกิดจากน้ำท่วม โดยการควบคุมน้ำไม่ให้ไหลท่วมเข้าสู่เขตพื้นดิน งานที่สำคัญมีดังนี้

- การสร้างอ่างเก็บน้ำ (Reservoir)
- การปรับปรุงร่องน้ำ (Channel Improvement) ทำได้ตั้งแต่วิธีง่าย ๆ เช่น การลอกคูคลอง กำจัดขยะวัชพืช ตัดแนวคลองให้ตรง ตลอดจนถึงการบุพื้นคลองใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- การสร้างกำแพงกั้นน้ำ (Levee)

มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง เป็นมาตรการที่ลดอันตรายจากน้ำท่วมที่ไม่มีงานโครงสร้างเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือหากจะมีบ้างก็น้อยมาก ๆ ได้แก่

- มาตรการกันน้ำ (Flood Proofing)
- การควบคุมการใช้ที่ดิน (Land – Use Control) เป็นมาตรการแซกแทรงของรัฐในอันที่จะใช้ในการควบคุมการใช้ที่ดิน ในพื้นทีที่ล่อแหลมต่อภัยน้ำท่วม เช่น การแบ่งเขตการใช้ที่ดิน (Zoning) ออกเงินของรัฐเพื่อซื้อที่ดินจากเอกชน ซึ่งมักใช้ควบคู่กับการเวณคืนที่ดิน และการซื้อสิทธิในการครอบครองที่ดิน
- การปรับปรุงที่ดิน (Land Treatment) พยามที่จะลดปริมาณน้ำท่าโดยการเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำซึ่งอาจทำได้โดยวิธีต่าง ๆ เช่นปลูกพืชคลุมดิน ไถพรวน การปลูกพืชที่ดูดซับน้ำได้ดี หรือถ้าเป็นเนินก็ทำเป็นขั้นบันได

2.2 อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

2.2.1 ความหมายของการท่องเที่ยว

Lawrence and Baud-Bovy (1977 อ้างใน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2542) กล่าวว่า การท่องเที่ยวเป็นนันทนาการ (Recreation) รูปแบบหนึ่งที่เกิดขึ้นระหว่างเวลาว่า (Leisure Time) ที่มีการเดินทางเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเป็นการเดินทางจากที่หนึ่งซึ่งมักหมายถึงที่อยู่อาศัย ไปยังอีกที่หนึ่งที่ถือเป็นแหล่งท่องเที่ยว เพื่อเปลี่ยนบรรากาศและสิ่งแวดล้อม โดยมักมีแรงจูงใจด้านกายภาพ วัฒนธรรม ปฏิสัมพันธ์ และด้านสถานะ หรือเกียรติคุณ (McIntosh, 1972 อ้างใน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2542)

ม.ล. ตุ้ย ชุมสาย (2517) กล่าวว่า การท่องเที่ยวหมายถึง การเดินทางออกจากที่พักเป็นการชั่วคราว เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ เยี่ยมญาติ หรือวัตถุประสงค์อื่น ๆ แต่มิใช่การประกอบอาชีพและตั้งถิ่นฐานเป็นการถาวร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นิคม จารุมณี (2536) กล่าวว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบอย่างน้อย 3 ประการคือ

- การเดินทางจากที่อยู่อาศัยปกติไปยังที่อื่น ๆ เป็นการชั่วคราว
- เป็นการเดินทางด้วยความสมัครใจ
- การเดินทางด้วยวัตถุประสงค์ใด ๆ ก็ตามที่ไม่ใช่เพื่อการประกอบอาชีพหรือหารายได้

2.2.2 ความหมายของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว (Tourism Industry)

วินิจ วีรยางกูร (2532) เป็นอุตสาหกรรมบริการประเภทหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยธุรกิจหลายประเภทอันได้แก่

1) ธุรกิจที่เกี่ยวข้องโดยตรงได้แก่ ธุรกิจด้านการขนส่ง ธุรกิจด้านโรงแรงและที่พัก ธุรกิจร้านอาหาร และภัตตาคาร และธุรกิจการจัดนำเที่ยว ซึ่งผลผลิตหลักที่นักท่องเที่ยวซื้อโดยตรงได้แก่ บริการ (Service) ต่าง ๆ รวมทั้งความสะดวกสบายตลอดการเดินทางท่องเที่ยว

2) ธุรกิจที่เกี่ยวข้องทางอ้อมได้แก่ การผลิตสินค้าเกษตรกรรมและสินค้าหัตถกรรมต่าง ๆ เป็นต้นวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวคือ ความสวยงามตามธรรมชาติ ศิลปกรรมโบราณสถาน ขนบธรรมเนียมประเพณี ตลอดจนวิธีการดำเนินชีวิตของประชาชน ผลผลิตของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวก็คือ บริการที่นักท่องเที่ยวได้รับในรูปแบบต่าง ๆ และก่อให้เกิดความพึงพอใจ และยังมุ่งเน้นในเรื่องของการมีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาพักมากขึ้นมีระยะเวลาการพักค้างคืนในประเทศยาวนานขึ้นและมีการใช้จ่ายในประเทศสูงขึ้น (วินิจ วีรยางกูร, 2533: 4-5)

จีและคณะ (Gee, Choy and Makens, 1984: 14) ได้อธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวกับธุรกิจต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ธุรกิจที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับนักท่องเที่ยว เช่นบริษัทการบิน โรงแรมและที่พัก การขนส่งภาคพื้นดิน บริษัทนำเที่ยว ภัตตาคารและร้านค้าปลีกต่าง ๆ
- ธุรกิจสนับสนุนการท่องเที่ยว หรือมีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาการต่าง ๆ เช่น บริษัทจัดนำเที่ยว วารสารหรือผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการนำเที่ยว บุคลากรฝ่ายบริหารในธุรกิจโรงแรมและบริษัทที่ทำการศึกษาวิจัยหรือวางแผนพัฒนาการท่องเที่ยวและแหล่งท่องเที่ยว
- หน่วยงานหรือองค์การต่าง ๆ ของรัฐ รัฐวิสาหกิจหรือเอกชนซึ่งมีหน้าที่ในการวางแผนพัฒนา อนุรักษ์ทรัพยากรการท่องเที่ยว สถาบันการเงิน บริษัทก่อสร้าง สถาบันการศึกษาที่ให้การศึกษาและการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาการท่องเที่ยวและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3 ความสำคัญของการท่องเที่ยวและอุตาหกรรมการท่องเที่ยว

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว (Tourism Industry) ซึ่งประกอบด้วยธุรกิจหลายประเภท ทั้งธุรกิจที่เกี่ยวข้องโดยตรง และธุรกิจที่เกี่ยวข้องทางอ้อมหรือธุรกิจสนับสนุนต่าง ๆ การซื้อบริการของนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศถือได้ว่าเป็นการส่งสินค้าออกที่มองไม่เห็นด้วยสายตา (Invisible Export) เพราะเป็นการซื้อด้วยเงินตราต่างประเทศ การผลิตสินค้าคือบริการต่าง ๆ ที่นักท่องเที่ยวซื้อก็จะต้องมีการลงทุน ซึ่งผลประโยชน์จะตกอยู่ในประเทศและจะช่วยให้เกิดงานอาชีพอีกหลายแขนง เกิดการหมุนเวียนทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ทางด้านสังคมการท่องเที่ยวเป็นการพักผ่อนคลายความตึงเครียด พร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ ความเข้าในในวัฒนธรรมที่ผิดแผกแตกต่างออกไปอีกครั้ง อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นแหล่งที่มาของรายได้ในรูปเงินตราต่างประเทศ ซึ่งจะมีส่วนช่วยสร้างเสถียรภาพให้กับดุลการชำระเงินของประเทศ รายได้จากอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว มีส่วนช่วยผ่อนคลายความเสียเปรียบในเรื่องดุลการชำระเงินได้เป็นอย่างมาก นอกจากนี้การท่องเที่ยวยังมีบทบาทช่วยกระตุ้นให้มีการนำเอาทรัพยากรของประเทศมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางเช่น เปลือกหอย หินสวย ๆ ตามชายหาด ไม้ไผ่ ฯลฯ ที่ผู้อยู่ในท้องถิ่นได้เก็บมาประดิษฐ์เป็นหัตถกรรมพื้นบ้าน ขายเป็นของที่ระลึกสำหรับนักท่องเที่ยวเป็นการนำเอาวัสดุที่เคยเห็นว่าปราศจากคุณค่ามาทำให้เกิดประโยชน์และเพิ่มรายได้ ซึ่งแม้จะเป็นรายได้ เล็ก ๆ น้อย ๆ แต่เมื่อรวมกันเข้าก็เป็นรายได้สำคัญอย่างหนึ่ง เช่นกัน

อาจสรุปบทบาทและความสำคัญของอุตสาหกรรมรมการท่องเที่ยวต่อเศรษฐกิจสังคมและการเมืองมีดังต่อไปนี้

1) อุตสาหกรรมท่องเที่ยวก่อให้เกิดรายได้เป็นเงินตราต่างประเทศ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 เป็นต้นมา รายได้จากการท่องเที่ยวได้กลายเป็นรายได้ลำดับที่ 1 เมื่อเทียบกับรายได้จากสินค้าออกอื่น ๆ

2) รายได้จากอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ที่ได้มาในรูปของเงินตราต่างประเทศนี้มีส่วนช่วยในการสร้างเสถียรภาพให้กับดุลยภาพชำระเงิน เช่น ในปี พ.ศ. 2527 การท่องเที่ยวทำรายได้เป็นเงินตราต่างประเทศ 27,317 ล้านบาทนั้น รายจ่ายจากการเดินทางท่องเที่ยวของคนไทยเป็นเงินเพียงประมาณ 7208 ล้านบาท ส่วนที่เกินดุลนี้จึงมีส่วนช่วยแก้ไขการขาดดุลในด้านอื่นได้มาก

3) รายได้จากอุตสาหกรรมท่องเที่ยว เป็นรายได้ที่กระจายไปสู่ประชากรอย่างกว้างขวาง สร้างงาน สร้างอาชีพมากมาย และเป็นการเสริมอาชีพด้วยอาชีพที่เกิดต่อเนื่องจากการท่องเที่ยวเช่น การผลิตหัตถกรรมพื้นบ้าน หรือการผลิตอาหารไปป้อนตามเมืองท่องเที่ยวต่าง ๆ ก็จะเป็นอาชีพเสริมที่ทำรายได้เพิ่มเป็นอย่างดี หรือในเมืองท่องเที่ยวก็อาจจะเป็นผู้นำเที่ยวด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4) อุตสาหกรรมท่องเที่ยว มีบทบาทในการสร้างงานสร้างอาชีพอย่างมากมาย และกว้างขวาง เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมบริการที่ต้องใช้คนทำหน้าที่บริการ โดยเฉพาะในธุรกิจทางตรง เช่น โรงแรม ภัตตาคาร บริษัทนำเที่ยว ฯลฯ ส่วนในธุรกิจทางอ้อมอาจเป็นอาชีพเสริมเช่น หัตถกรรมพื้นบ้าน การใช้เวลาว่างมารับจ้างก่อสร้าง เป็นต้น

5) การท่องเที่ยว มีบทบาทในการกระตุ้นให้เกิดการผลิตและนำเอาทรัพยากรของประเทศมาใช้ประโยชน์สูงสุด เมื่อนักท่องเที่ยวเดินทางไปที่ใดก็จะต้องใช้จ่ายเป็นค่าอาหารซื้อผลิตผลพื้นเมือง และหากพักแรมก็จะต้องใช้จ่ายเป็นค่าที่พัก เงินที่จ่ายออกไปนี้จะไม่ตกอยู่เฉพาะกับโรงแรมแต่จะกระจายออกไปสู่เกษตรกรรายย่อยต่าง ๆ เมื่อหัตถกรรมพื้นเมืองขายเป็นของที่ระลึกได้ ก็จะมีการนำวัสดุพื้นบ้านมาประดิษฐ์เป็นของที่ระลึกแม้จะเป็นรายได้การผลิต หรือที่เรียกว่า Multiplier Effect ทางการท่องเที่ยวซึ่งอยู่ในลักษณะที่สูงมากเมื่อเทียบกับการผลิตสินค้าหรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ

6) อุตสาหกรรมท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่ไม่มีขีดจำกัดในการจำหน่าย อาจเรียกได้ว่าเป็น Limitless Industry เมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ จากสถิติที่ผ่านมาก จำนวนนักท่องเที่ยวนานาชาติของโลกได้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กล่าวคือเมื่อปี พ.ศ. 2493 นักท่องเที่ยวนานาชาติมีจำนวนเพียง 25 ล้านคน และได้เพิ่มเป็น 290 ล้านคนในปี 2527 กระนั้นก็ดีนักวิชาการทางการท่องเที่ยวก็ยังเชื่อว่าปริมาณการท่องเที่ยวที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เป็นแต่เพียงการเริ่มต้นเท่านั้น เพราะว่าประชากรของโลกจะเพิ่มจำนวนขึ้นตลอดเวลาในขณะที่วิวัฒนาการด้านการขนส่งที่สามารถขนส่งผู้โดยสารได้จำนวนมาก ทำให้ให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางถูกลง การเดินทางท่องเที่ยวจึงมิได้จำกัดอยู่ในเฉพาะกลุ่มผู้มีรายได้สูงเท่านั้นดังแต่ก่อน การท่องเที่ยวถือได้ว่าเป็นเรื่องของความพึงพอใจของแต่ละบุคคล องค์การสหประชาชาติประกาศว่า “การเดินทางท่องเที่ยวเป็นสิทธิของมนุษยชนอย่างหนึ่งที่รัฐพึงสนับสนุน”

7) อุตสาหกรรมท่องเที่ยวไม่มีขีดจำกัดในเรื่องการผลิต เพราะไม่ต้องพึ่งดินฟ้าอากาศเหมือนการเกษตรอื่น ๆ ผลผลิตของอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ที่เสนอขายให้แก่นักท่องเที่ยวคือ ความสวยงามของธรรมชาติ หาดทรายชายทะเล ป่าไม้ ภูเขา สภาพอากาศและสิ่งที่มนุษย์ก่อสร้างขึ้น เช่น พระบรมมหาราชวัง วัดวาอาราม โบราณสถาน อาคารบ้านเรือนในท้องถิ่นตลอดจนขนบธรรมเนียมประเพณี วิถีชีวิต ความเป็นอยู่ของประชาชนเช่นตลาดน้ำ ประเพณีสงกรานต์ ลอยกระทง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นรูปธรรมที่มีความยั่งยืนไม่ผันแปรหรือขึ้นอยู่กับสภาพฝนฟ้าอากาศ ดังเช่นการผลิตด้านเกษตรกรรม หรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ ไม่ต้องลงทุนและเทคโนโลยีเป็นจำนวนมาก ดังนั้น อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวจึงได้รับการสนับสนุนและกระตุ้นจากองค์การท่องเที่ยวโลกอย่างจริงจัง ที่จะให้ประเทศที่กำลังพัฒนาได้สนใจ และหันมาใช้อุตสาหกรรมนี้เป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์เพิ่มเติมต่ออาชีพเกษตรกรรม หรืออุตสาหกรรมที่มีอยู่เดิมนับเป็นความได้เปรียบอย่างมากของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

8) อุตสาหกรรมท่องเที่ยวช่วยสนับสนุนฟื้นฟู อนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมประเพณี ซึ่งเป็นสิ่งดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว สังคมไทยเป็นสังคมชาติเก่าแก่สืบเนื่องมาเป็น พันปีจึงมีวัฒนธรรมระเบียบประเพณี นาฏศิลป์ การละเล่น ฯลฯ ที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละท้องถิ่นเป็นมรดกตกทอด ที่ควรค่าแก่การนำออกเผยแพร่ฟื้นฟูและอนุรักษ์ไว้

9) อุตสาหกรรมท่องเที่ยว จะมีบทบาทในการสร้างสรรค์ความเจริญไปสู่ภูมิภาคต่าง ๆ เมื่อเกิดการเดินทางท่องเที่ยวจากภูมิภาคหนึ่งไปยังอีกภูมิภาคหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นคนไทยหรือคนต่างประเทศก็ย่อมหลีกเลี่ยงไม่พ้นที่จะช่วยสร้างสรรค์ให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ในท้องที่นั้น ๆ เช่นโรงแรม ภัตาคาร สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ซึ่งจะต้องผู้ลงทุนในหลาย ๆ ลักษณะเป็นการสร้างความเจริญให้แก่ท้องถิ่นเหล่านั้น

10) อุตสาหกรรมท่องเที่ยว เป็นมาตรการที่ช่วยส่งเสริมความปลอดภัยและความมั่นคงให้แก่พื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว เพราะนักท่องเที่ยวจะเลือกเดินทางไปที่ใดจะต้องมั่นใจว่าจะมีความปลอดภัยทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ฉะนั้นแหล่งใดที่นักท่องเที่ยวเข้าไปได้แหล่งนั้นจะต้องมีปลอดภัยเพียงพอ

11) อุตสาหกรรมท่องเที่ยว มีส่วนช่วยเสริมสร้างสันติภาพสัมพันธไมตรีและความเข้าใจอันดี ด้วยเป็นหนทางที่มนุษย์ต่างสังคมได้พบปะทำความรู้จักและเข้าใจกัน เมื่อประชากรในประเทศเดียวกันมีความเข้าใจซึ่งกันและกัน โดยการเดินทางไปมาหาสู่กัน ผลก็คือความสามัคคีสมานฉันท์ของคนในชาติ ในทำนองเดียวกันท่องเที่ยวหว่างประเทศก็จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจอันดี ที่จะนำไปสู่ความเป็นเพื่อนร่วมโลก ที่จะช่วยกันรักษาสัมพันธไมตรีให้มั่นคงเป็นการช่วยจรรโลงสันติภาพแก่โลก

2.2.4 ผลกระทบของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

ผลกระทบของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวมีทั้งเชิงบวก และเชิงลบดังนี้

1) ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ถ้ามองในทัศนะของประเทศเจ้าของบ้าน หรือแหล่งท่องเที่ยวแล้ว การที่นักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศมากเพียงใด ก็จะสนับสนุนอุตสาหกรรมในประเทศให้มีการพัฒนาขึ้น เพราะเมื่อมีนักท่องเที่ยวเข้ามาก็จะสนับสนุนให้เกิดการผลิตสินค้า และบริการเพื่อรองรับ หรือตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวเหล่านั้น ซึ่งผลกระทบทางเศรษฐกิจที่สำคัญก็คือ จะก่อให้เกิดรายได้ การจ้างงานจะเพิ่มมากขึ้น ระดับราคาสินค้าเปลี่ยนแปลง เศรษฐกิจผันผวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ผลกระทบทางสังคม

2.1) การจ้างงานและการอพยพของประชาชนจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีนักท่องเที่ยวเข้ามา แม้ว่าความต้องการแรงงานจะมีมากขึ้นโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ไม่ว่าการโรงแรม ภัตาคาร การขนส่ง การจ้างงานที่เพิ่มขึ้นเป็นผลดีของประเทศ แต่จะมองเพียงด้านเดียวไม่ได้ ประชาชนจากต่างจังหวัดก็อาจอพยพเข้าสู่ตลาดแรงงานมากขึ้น การที่มีคนอพยพเข้ามามากขึ้นย่อมสร้างปัญหาต่าง ๆ มากมายเช่น แออัด การจราจรติดขัด ขยะมูลฝอย การค้ายาเสพติด โสเภณี การพนัน ฯลฯ

2.2) การจ้างแรงงานหญิงเพิ่มมากขึ้นเพื่อทำงานในโรงแรม ไนต์คลับ บาร์ จะส่งผลให้เศรษฐกิจดีขึ้น แต่การที่ครอบครัวที่ทั้งพ่อและแม่ออกมาทำงาน ทำให้เด็ก ๆ ต้องดูแลตัวเองจะส่งผลต่อไปถึงสังคมต่อไปได้ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว การหย่าร้าง และอาชญากรรมก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

2.3) รายได้ของชุมชนที่เพิ่มมาขึ้นจากรายจ่ายของนักท่องเที่ยว จะส่งผลยกระดับความเป็นอยู่ของชุมชนให้สูงขึ้นแต่ก็จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในชุมชนนั้น ๆ เช่น ด้านการกินการอยู่ จะฟุ่มเฟือยมากขึ้น และมีการเลียนแบบนักท่องเที่ยว ซึ่งค่อนข้างจะใช้ชีวิตอย่างฟุ่งเฟ้อไม่ประหยัด เมื่อเกิดการเลียนแบบขึ้นก็จะส่งผลสร้างปัญหาแก่สังคมในระยะยาว

3) ผลกระทบทางวัฒนธรรม

เกิดผลบวก และผลลบทางวัฒนธรรม ผลบวกเช่นเกิดการอนุรักษ์วัฒนธรรมท้องถิ่นไว้ ส่วนผลลบก็คือ เกิดการทำลายวัฒนธรรมท้องถิ่นให้สูญสิ้นไป

3.1) วัฒนธรรม ในระยะหลังนี้เมื่อประเทศไทยประสบความสำเร็จในการพัฒนาการท่องเที่ยว โดยมีนักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทยมากขึ้น วัฒนธรรมพื้นบ้านในจังหวัดต่าง ๆ ก็ขุดค้นขึ้นมาและมีแนวความคิดที่จะอนุรักษ์ไว้มากขึ้น เช่น การเล่นเพลงเรือ เพลงฉ่อย เพลงหย่อย เพลงเกี่ยวข้าว เพลงปรบไก่ งานสงกรานต์ปากลัด สะบ้ามอญ แต่มีข้อระวังคืออย่าพยายามนำมาดัดแปลง โดยมุ่งที่จะจัดแสดงให้นักท่องเที่ยวดูอย่างเดียวและหวังผลในรูปตัวเงินมากเกินไป ซึ่งถ้าปล่อยให้เหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นต่อไป วัฒนธรรมพื้นบ้านของเราก็จะไม่มีอะไรเหลือ ที่จะยังคงเหลืออยู่ก็คือวัฒนธรรมที่จอมปลอมหรือผิดเพี้ยนไปจากข้อเท็จจริง

3.2) การคมนาคมติดต่อสื่อสารที่รวดเร็วขึ้น ก่อให้เกิดการเดินทางไปมาระหว่างประชาชนในแต่ละประเทศอย่างที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน ก่อให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อกัน ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการฝึกหัดเรียนรู้ภาษาต่างประเทศอย่างกว้างขวาง แต่ต้องไม่นำวัฒนธรรมของนักท่องเที่ยวมาทั้งหมดควรเลือกแต่สิ่งดีงาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับศาสนา หรือศาสนสถานที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาเที่ยวชมมากขึ้น ถ้ามองในแง่ดี ก็จะช่วยให้นักท่องเที่ยวเข้าใจศาสนา คำสอน สถานที่อันศักดิ์สิทธิ์ ฯลฯ ทำให้เกิดการยอมรับว่าเราเป็นประเทศที่มีศาสนา มีวัฒนธรรม แต่ถ้ามองในเชิงลบก็คือ ยิ่งมีการเข้าชมวัดหรือศาสนสถานอย่างคับคั่งเกินไป มีการแต่งกายที่ไม่เหมาะสม ทิ้งขยะมูลฝอยไว้เลอะเทอะ และในบางกรณีเข้าไปรบกวนการทำกิจกรรมของสถานที่เหล่านั้นด้วย

3.4) สินค้าที่ระลึก เมื่อมีนักท่องเที่ยวเข้ามาซื้อประเภทของที่ระลึกก็เป็นผลดีเป็นการสร้างงานสร้างรายได้ และเผยแพร่เอกลักษณ์ของไทย แต่ที่ควรระวังก็คือ อย่าผลิตสินค้าที่ระลึกเหล่านั้นเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวโดยหวังผลเป็นตัวเงินมากเกินไป จนไม่สามารถรักษาเอกลักษณ์ของสินค้าพื้นเมืองเหล่านั้นไว้ได้

4) ผลกระทบทางสภาวะแวดล้อม

หมายถึงสิ่งแวดล้อมทางกายภาพอันได้แก่ ที่ดิน การใช้ที่ดิน น้ำ คุณภาพของน้ำ อากาศ คุณภาพของอากาศ ระบบนิเวศท์วิทยา แลสิ่งมีชีวิต ภูมิศาสตร์ของที่ดินและเมือง ฯลฯ ของแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งผลกระทบจะมีมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนนักท่องเที่ยว การวางแผนพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว และขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวนั้น ๆ ผลกระทบในเชิงบวกและเชิงลบพอสรุปได้ดังนี้

4.1) การสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนนเพื่อให้เข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้สะดวกเป็นการดี แต่ก็จะส่งผลก่อให้เกิดการทำลายป่า พืชและสัตว์ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งซึ่งหาได้ยาก

4.2) การสร้างโรงแรมที่พัก อาคาร ร้านค้า ฯลฯ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยวในรูปของตึกและอาคารสูง ๆ ถ้าไม่มีการควบคุมที่ดีแล้วจะก่อให้เกิดการบดบังความสวยงามของวัดหรือสถานที่สำคัญ ๆ ซึ่งถือไดว้เป็นการทำลายทัศนียภาพของสถานที่นั้น ๆ เช่น สะพานข้ามแม่น้ำแคว ซึ่งมีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ซึ่งมีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ก็ถูกทำลายโดยอาคาร ร้านค้า ซึ่งปลูกรุกล้ำข้าไปจนใกล้ชิด เป็นต้น

4.3) ก่อให้เกิดความจำเป็นในการสร้างระบบการควบคุมการจัดการเกี่ยวกัทรัพยากรการท่องเที่ยว เช่น ชายหาด ถ้ำ ภูเขา น้ำตก ฯลฯ ในทางตรงกันข้ามก็ก่อให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ดินที่จะใช้เป็นป่าไม้ ทำการเกษตร ฯลฯ เป็นต้น

4.4) ก่อให้เกิดการปรับปรุงภูมิทัศน์ให้เหมาะสมขึ้น ในทางตรงกันข้ามก็ก่อให้เกิดมลภาวะประเภทต่าง ๆ เช่น เสียง เป็นการทำลายความสงบและเงียบสงัดของพื้นที่ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 มลภาวะของน้ำ น้ำเสีย และน้ำทิ้ง

2.3.1 ความหมายของมลภาวะของน้ำ น้ำเสีย และน้ำทิ้ง

มลภาวะของน้ำ (Water Pollution) (เสน่ห์ โรจนดิษฐ์, 2530) หมายถึง น้ำที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากสภาพที่เป็นอยู่เดิมตามธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากมีสิ่งแปลกปลอมเจือปนอยู่ ทำให้คุณภาพเสื่อมโทรมลงจนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ตามธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม หรือทำให้เกิดอันตรายและเป็นผลเสียต่อสุขภาพ ทรัพย์สิน รวมทั้งการใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

มลพิษในแหล่งน้ำ (ฉัตรไชย รัตนไชย์, 2529) หมายถึง ปัญหาอันเกิดจากปฏิกิริยาทางกายภาพ เคมี หรือชีววิทยาที่ทำให้คุณสมบัติของน้ำในแหล่งน้ำเปลี่ยนไปในทางที่ไม่พึงประสงค์

น้ำมลพิษ (Polluted Water) (กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์, 2540) หมายถึงน้ำที่อยู่ในสภาพมลพิษ อาจไม่เน่าก็ได้

น้ำเสีย (Wasted Water) (กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์, 2540) หมายถึงน้ำที่ไม่ต้องการหรือน้ำที่ใช้แล้วระบายทิ้ง น้ำที่ใช้แล้วจากชุมชน อาจประกอบด้วยสิ่งที่ปะปนติดมาจากกิจกรรมจากที่อยู่อาศัย ธุรกิจ โรงงานอุตสาหกรรม และสถาบันต่าง ๆ รวมกับน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และน้ำฝน

น้ำเสีย (นิรุติ คูณผล, 2542) น้ำ หรือของเหลวที่มีสิ่งเจือปนต่าง ในปริมาณสูงจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจสำหรับคนทั่วไปเช่น น้ำเสียจากการอาบ ซักล้าง การประกอบอาหาร การขับถ่ายน้ำเสียจากการล้างโรงงานต่าง ๆ เป็นต้น

น้ำทิ้ง (นิรุติ คูณผล, 2542) คือ น้ำที่ใช้แล้วและถูกปล่อยทิ้งลงในแหล่งน้ำ ซึ่งอาจได้รับการบำบัดหรือไม่ก็ได้ ทั้งนี้น้ำทิ้งต้องมีคุณภาพถูกต้องตามมาตรฐานน้ำทิ้ง

2.3.2 น้ำเสีย

แหล่งกำเนิดน้ำเสียนิยมแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1) น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) ได้แก่น้ำเสียต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ การดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย ร้านค้า ตลาด โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน สำนักงานเป็นต้น น้ำเสียชุมชนนี้ส่วนมากจะมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (Organic Matters) เป็นส่วนประกอบสำคัญ

2) น้ำเสียอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท เช่น น้ำเสียจากกระบวนการผลิต การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร หรือการทำความสะอาดโรงงาน เป็นต้น น้ำเสียจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะมีลักษณะแตกต่างกันตามประเภทของกิจการ วัตถุดิบที่ใช้ กระบวนการผลิต ระบบควบคุมและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บำรุงรักษา แต่อาจกล่าวได้ว่าน้ำเสียอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ (Organic Matters) อนินทรีย์ (Inorganic Matters) เช่นสารอินทรีย์เคมี สารเคมี โลหะหนัก เป็นต้น

3) น้ำเสียเกษตรกรรม (Agricultural Waste Water) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ทางการเกษตร ซึ่งรวมทั้งการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ การใช้ปุ๋ย และสารเคมีต่าง ๆ ถ้าหากน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูก จะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และสารพิษในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ จะพบสิ่งปฏิกูลในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก

คำว่ามลภาวะของน้ำ หรือน้ำเสียนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นน้ำเน่าเสมอไป ภาวะน้ำเสียที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นน้ำเสียชนิดใดขึ้นอยู่กับสิ่งปฏิกูลส่วนใหญ่ที่ปะปนอยู่ในน้ำหรือแหล่งน้ำนั้น ๆ เช่นน้ำเป็นพิษ น้ำมีเชื้อโรค น้ำมีคราบน้ำมัน น้ำที่มีกัมมันตภาพรังสี ยาฆ่าแมลง หรือน้ำที่มีความร้อนสูงเป็นต้น

2.3.3 สิ่งเจือปนในน้ำเสีย

สิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำและทำให้น้ำเสียนั้น นิยมเรียกว่า “มลสาร” (Pollutants) ซึ่งน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งต่าง ๆ กันหรือแหล่งเดียวแต่ต่างเวลากัน อาจประกอบด้วยความแตกต่างของมลสารหรือปริมาณความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งใดให้ได้ผลจึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะและปริมาณน้ำเสียของแหล่งนั้น ตลอดจนแผนการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงของลักษณะและประมาณน้ำเสียในอนาคตอีกด้วย การมองข้ามความสำคัญของข้อมูลนี้จะส่งผลให้การออกแบบและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

สรุปลักษณะของน้ำเสียมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1) สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว น้ำแกง เศษใบตอง พืชผัก ชิ้นเนื้อ ฯลฯ ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ที่ใช้ออกซิเจนทำให้ระดับออกซิเจนละลายในน้ำ หรือดีโอ (DO, Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (BOD, Biochemical Oxygen Demand) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูงแสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มากและสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2) สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็นแต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต หรือเป็นอุปสรรคในกระบวนการผลิตน้ำประปา ได้แก่ คลอไรด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ ฯลฯ

3) โลหะหนักและสารพิษอื่น ๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ และสามารถสะสมอยู่ในวงจนอาหาร เกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านชุบโลหะ อู่ซ่อมรถ เป็นต้น

4) น้ำมันและสารลอยน้ำต่าง ๆ เป็นอุปสรรคต่างการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการละลายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้น ยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู และอาจเกิดอันตรายจากอัคคีภัยได้ด้วย

5) ความร้อน ทำให้เกิดแบ่งชั้น (Stratification) ของลำน้ำ เร่งปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับการละลายของออกซิเจนในน้ำ อาจทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็นขึ้นได้ อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสม ควรอยู่ประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส

6) ของแข็ง (Solids) ประกอบด้วยสารแขวนลอย (Suspended Solids) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) และของแข็งละลาย (Dissolved Solids) ซึ่งเมื่อจมตัวลงสู่ก้นลำน้ำ ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

7) สีและความขุ่น มักเกิดจากอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนังและโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงในลำน้ำ

8) กรดและด่าง วัดโดยค่า pH (พีเอช) ถ้าค่าพีเอชมากกว่า 7 หมายถึงความเป็นด่าง ค่าพีเอชน้อยกว่า 7 หมายถึงว่าเป็นกรด น้ำสะอาดจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ค่าพีเอชมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำและการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ ค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 5 – 9

9) สารก่อให้เกิดฟอง / สารซักฟอก ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการละลายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำและอาจเป็นอันตรายต่อปลา

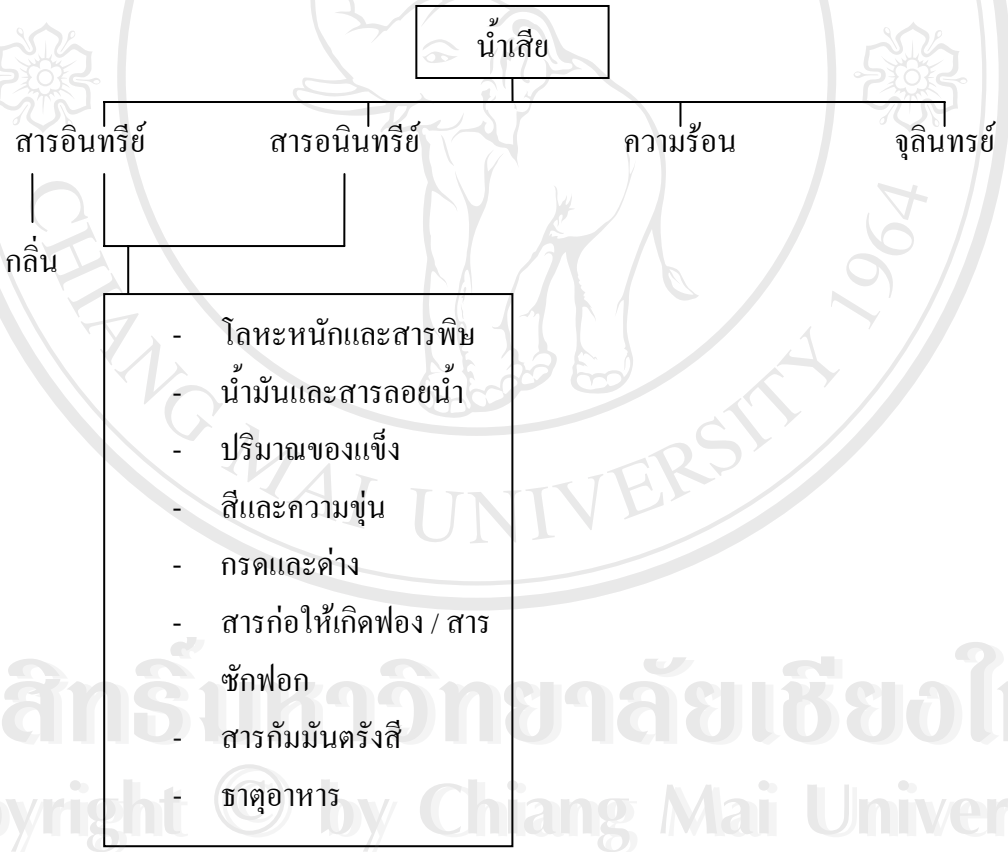
10) จุลินทรีย์ (Microorganism) น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอาหารกระป๋องจะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตทำให้สามารถลดระดับของดีโอในน้ำได้ ทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

11) สารกัมมันตรังสี อาจมาจาโรงพยาบาลหรือองค์กรของรัฐบางประเภท เป็นสารอันตราย เมื่อสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตจะก่อให้เกิดมะเร็ง

12) ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตเกินขีดของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งจะลดระดับของออกซิเจนในน้ำช่วงกลางคืน และทำให้เกิดวัชพืชน้ำก่อให้เกิดปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำและการนำน้ำไปใช้

13) กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ หรือกลิ่นอื่น ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นโรงงานทำปลาป่น และโรงฆ่าสัตว์



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะของน้ำเสีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของน้ำเสียประเภทต่าง ๆ

ลักษณะ	หอพัก		ภัตาคาร		โรงพยาบาล	ตลาดสด	อาคารสำนักงาน		สถานบริการอาบอบนวด	ห้างสรรพสินค้า	โรงภาพยนต์	โรงแรม	อาคารชุด (คอนโดมิเนี่ยม)
	จากส้วม	จากส่วนอื่น ๆ	จากส้วมบำบัดแล้ว	จากครัว + อื่น ๆ			จากส้วม	จากครัว + อื่น ๆ					
pH	8.55	7.78	6.54	6.74	6.84	6.67	8.10	7.4	6.6	7.51	7.53	7.05	7.2
CoD, mg/l	1,290	135	1,785	3,164	350	2,528	392	96	117	253	110	311	221
BOD, mg/l	723	75	919	1,759	238	1,172	181	41	55	81	60	190	151
TKN, mg/l	329	19.2	55.1	63.2	15.2	76.5	44.1	9.7	14.1	66.8	72.7	23	33.7
PO_4, mg/l	6.8	3.9	3.2	2.6	3.29	5.1	2	0.4	14.7	10.1	2.7	1.8	2
SS, mg/l	666	29	401	913	87.06	662	158	26	17.1	61	45	84	63
FOG, mg/l	377	411	1,136	1,570	631	897	455	527	457.86	577	219	563	473

ที่มา : น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม. และปริมณฑล, ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติปี 2530

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4 ปริมาณน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียที่แน่นอนของแต่ละแหล่ง จะต้องได้มาจากการตรวจวัด ณ แหล่งน้ำนั้นโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ณ วันเวลาที่เป็นตัวแทนของปริมาณน้ำสียปกติของแหล่งนั้น แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว มักมีอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดโดยตรงให้แม่นยำได้ โดยเฉพาะแหล่งที่ยังไม่มีระบบรวบรวมหรือระบบบำบัดน้ำเสีย ในกรณีเช่นนี้ นิยมใช้วิธีประเมินจากข้อมูลของแหล่งอื่นที่คาดว่ามีอัตตราการไหลของน้ำเสียใกล้เคียงกัน หรืออีกวิธีหนึ่งอาจประเมินจากข้อมูลการใช้น้ำประปา โดยปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากแหล่งน้ำเสียชุมชน เช่น จากอาคารบ้านเรือน มักมีค่าประมาณร้อยละ 70 – 90 ของปริมาณน้ำประปาที่ใช้ ตัวอย่างอัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนจากแหล่งต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 2.2 แสดงอัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนจากแหล่งต่าง ๆ

ลักษณะอาคาร	ลิตร / วัน - หน่วย	หน่วย
อาคารชุด / บ้านพัก	520	ยูนิต
โรงแรม	1,061	ห้อง
หอพัก	78	ห้อง
สถานบริการ	410	ห้อง
หมู่บ้านจัดสรร	179	คน
โรงพยาบาล	800	เตียง
ภัตาคาร	25	ตารางเมตร
ตลาด	69	ตารางเมตร
ห้างสรรพสินค้า	4.6	ตารางเมตร
สำนักงาน	2.54	ตารางเมตร

ที่มา: ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ เอกสารประกอบการประชุม **สวสท'36**. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร 2536

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.5 มลภาวะของน้ำ

การเปลี่ยนแปลงของน้ำมีอยู่ 4 ลักษณะคือ

1) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical Change) เช่นการมีสารแขวนลอย ซึ่งทำให้ขุ่นหรือ การมีสีที่เกิดจากแร่ธาตุต่าง ๆ และเป็นคราบน้ำมัน เป็นต้น

2) การเปลี่ยนแปลงทางสรีรภาพ (Physiological Change) เช่น การเปลี่ยนรสชาติ ซึ่งเกิดจากสารเคมีหรือการสลายตัวของสารเคมีในน้ำ

3) การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ (Biological Change) โดยมีจุลินทรีย์มากไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ จุลินทรีย์เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียและสาหร่ายที่เจริญแพร่พันธ์ได้ดีเมื่อมีสารอินทรีย์ต่าง ๆ อยู่ในน้ำมาก โดยแบคทีเรียจะย่อยสารอินทรีย์เหล่านี้ในสภาวะที่มีออกซิเจนแล้วให้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาซึ่งสาหร่ายจะนำไปเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงต่อไป

4) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical Change) เกิดจากสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ที่ถูกปล่อยลงสู่ในน้ำ ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดหรือเป็นด่างมากเกินไป

2.3.6 มลวัตถุที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ

สาเหตุที่ทำให้น้ำบริสุทธิ์ตามธรรมชาติต้องแปรเปลี่ยนไปนั้น สืบเนื่องมาจากการมีมลวัตถุ (Pollutant) ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ชนิดคือ

1) สารอนินทรีย์ (Inorganic Substance) ส่วนใหญ่ได้รับจากน้ำที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ ผลเสียมีมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณ รวมทั้งระยะเวลาที่ได้รับสารนั้น ๆ สารอนินทรีย์เหล่านี้จะถ่ายทอดไปตามลูกโซ่อาหารจนกระทั่งถึงมนุษย์ซึ่งจะได้รับอันตรายถ้ามีการสะสมมาก

2) สารอินทรีย์ (Organic Substance) มีทั้งพวกที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีน กรดอะมีโน และปัสสาวะ และพวกที่ไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น สารจำพวกแป้ง คาร์โบไฮเดรท ไขมัน สบู่ และน้ำมัน สารอินทรีย์เหล่านี้มีผลอย่างยิ่งต่อการทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงเนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของพวกจุลินทรีย์จะต้องดึงเอาออกซิเจนไปใช้ ถ้าสารนั้นมีปริมาณมาก ย่อมจะทำให้ขาดแคลนออกซิเจนทำให้น้ำเน่าได้ ส่วนน้ำมันซึ่งเป็นคราบลอยอยู่หน้าน้ำอาจเป็นต้นเหตุของการลดปริมาณออกซิเจนทำให้น้ำเน่าได้ น้ำมันซึ่งเป็นคราบลอยอยู่หน้าน้ำอาจเป็นต้นเหตุของการลดปริมาณออกซิเจนโดยตรงได้ ทั้งนี้เพราะน้ำมันเป็นตัวกั้นไม่ให้ผิวสัมผัสกับอากาศ ทำให้อัตราการละลายของออกซิเจนในน้ำลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3) ธาตุอาหารพืช (Plant Material) ได้แก่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ผงซักฟอก รวมทั้งซากพืชและซากสัตว์ ซึ่งถ้ามีมากจะไปเร่งการเจริญเติบโตแก่พืชจนทำให้เกิดการสะพรั่งได้ กระบวนการเพิ่มธาตุอาหารในแหล่งน้ำจนทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตมากจนเสียสมดุล เรียกว่า "ยูโทรฟิเคชั่น" (Eutrophication)

4) เชื้อโรค (Infection Agent) ได้แก่แบคทีเรีย ไวรัส รา เชื้อโรคเหล่านี้ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ แก่มนุษย์และสัตว์เลี้ยง

5) สารกัมมันตรังสี (Radioactive Substance) เป็นผลิตผลจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณู สารเหล่านี้สามารถทำลายหรือเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม (Genetic Material) ได้

6) ความร้อน (Heat) เกิดจากน้ำส่วนที่ใช้ช่วยระบบระบายความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมและการกลั่นน้ำมัน ความร้อนนี้มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ โดยจะทำให้แหล่งน้ำนั้นมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพ เช่น ความสามารถในการละลายกาซ และความหนาแน่นของน้ำ นอกจากนี้อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีระของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นโดยตรงอีกด้วย

7) ตะกอน (Particulate) ได้แก่ดินตะกอนที่มาจากการกระทำของมนุษย์หรือเกิดตามธรรมชาติ ตะกอนเหล่านี้มีผลต่อความขุ่นใสของน้ำ ซึ่งจะทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดน้อยลงจนอาจทำให้พืชตายได้

2.3.7 สาเหตุที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ

สาเหตุที่ทำให้มลวัตถุต่าง ๆ ดังกล่าวมาเจือปนอยู่ในน้ำจนทำให้คุณภาพของน้ำเสียไปอาจเนื่องมาจากสาเหตุ 6 ประการ ดังนี้

1) ประชากรและการตั้งถิ่นฐานมนุษย์ ปัญหาประชากรนับว่าเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย ประชากรในที่นี้หมายถึงขนาดและคุณภาพของประชากร ถ้าหากประชากรมีจำนวนมากเกินไป จะทำให้มีการบริโภคมากซึ่งย่อมทำให้มีการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมมากด้วยเช่นกัน การตั้งถิ่นฐานอาศัยอยู่ตามบริเวณริมฝั่งแม่น้ำลำคลองโดยขาดการวางแผนก็ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียได้เช่นกัน เมื่อชุมชนพัฒนาเจริญเติบโตขึ้น นอกจากนี้การพัฒนาเมือง เช่น การทำถนน การทำเหมืองแร่ และอื่น ๆ ก็มีอิทธิพลต่อน้ำเสีย การทำถนนทำให้พื้นที่ป่าไม้และภูเขาถูกถากถาง ทำให้เกิดการตกตะกอนในลำน้ำต่าง ๆ อันเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพของน้ำขุ่นไม่ใสสะอาด สำหรับการทำเหมืองแร่นั้นก่อให้เกิดความสกปรก เป็นพิษเป็นภัยแก่ผู้บริโภคและทำให้ลำน้ำตื้นเขินเนื่องจากเศษแร่ ดิน ทราย จะถูกชะล้างลงลำธาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ประเพณี วัฒนธรรมและค่านิยม ประเพณีบางอย่าง เช่นประเพณีลอยกระทงจะทำให้เกิดความสกปรกในแม่น้ำลำคลองและมีส่วนช่วยส่งเสริมให้น้ำเสียได้ สำหรับวัฒนธรรมนั้นถ้าหากมีการรับเอาวัฒนธรรมทางวัตถุมาใช้ โดยมิได้ศึกษาผลดีผลเสียอย่างถ่องแท้แล้วจะทำให้เกิดปัญหาขึ้น เช่น การใช้วัตถุมีพิษตามบ้านเรือนและเกษตรกรรม ทำให้น้ำมีวัตถุมีพิษปะปนอยู่ ส่วนค่านิยมที่มีผลต่อน้ำเสียนั้นคือ ค่านิยมการสร้างวัดบนที่สูงหรือไหล่เขาซึ่งอาจทำให้เกิดการพังทลายของดินเมื่อฝนตก ทำให้น้ำมีดินตะกอนปะปน ค่านิยมการนำเอาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาใช้พัฒนาคนเกินระดับที่พอเหมาะ และขาดความรู้จริงเกี่ยวข้องกับผลเสียที่เทคโนโลยีจะไปเปลี่ยนแปลงระบบธรรมชาติให้เสียไป นอกจากนี้ยังมีประเพณีการฝังศพของชาวจีนซึ่งต้องใช้สุสานเป็นพื้นที่กว้างใหญ่ จึงทำให้เกิดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าซึ่งจะมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำ และหากการฝังทำไม่ถูกหลักเกณฑ์ น้ำฝนที่ไหลจากสุสานจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้

3) เศรษฐกิจ การเมือง และการปกครอง การส่งเสริมให้มีการลงทุนในภาคเอกชนทางด้านอุตสาหกรรมนั้น เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ แต่โรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวไม่ได้กระจายไปอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของภูมิภาคโรงงานส่วนใหญ่ยังคงรวมกันอยู่ตามเมืองใหญ่ ๆ และสำคัญ ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษโดยโรงงานเหล่านี้ระบายน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลองโดยตรง ทั้งที่มีบทบัญญัติกำหนดโทษอยู่แล้ว แต่เนื่องจากกฎหมายมีข้อบกพร่อง อัตรากำลังเจ้าหน้าที่ในการควบคุมมีน้อยดูแลไม่ทั่วถึงประกอบกับอิทธิพลของนักการเมืองซึ่งผูกพันกับนักธุรกิจในแง่ผลประโยชน์ร่วมกัน และระเบียบการปกครองเปิดโอกาสให้นักการเมืองเข้ามามีบทบาทควบคุมการทำงานของข้าราชการประจำ ปัญหาน้ำเสียจึงยังคงมีอยู่ในแหล่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่น

4) การทำลายต้นน้ำลำธาร การทำลายป่าต้นน้ำลำธารจะทำให้ผิวดินขาดสิ่งปกคลุมดินทำให้น้ำฝนชะหน้าดินได้โดยตรง อันเป็นสาเหตุทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำลง คุณสมบัติของดินเปลี่ยนไป ก่อให้เกิดน้ำไหลบ่าเป็นเหตุให้ดินพังทลาย น้ำที่ไหลอยู่ตามห้วยธารในบริเวณนั้นจะขุ่นข้นมีตะกอน และสกปรกไปด้วยเศษเหลือของต้นไม้ ไม่ใสสะอาดเหมือนกับน้ำที่ไหลจากต้นน้ำลำธารที่มีป่าปกคลุมอย่างดี

5) การเกษตรกรรมแผนใหม่ ในปัจจุบันการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมักจะพึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้ยาปราบศัตรูพืช ซึ่งถ้าหากมีการใช้อย่างไม่ถูกหลักวิชาการแล้ว จะทำให้เกิดเศษเหลือจากปุ๋ยและยาต่าง ๆ ตกค้างสะสมกันอยู่บนพื้นดิน เมื่อฝนตกลงมาจะชะล้างและพัดพาเอาเศษเหลือเหล่านี้ลงสู่แม่น้ำลำคลอง ทำให้เกิดการสะสมสารเคมีทั้งของปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืชต่าง ๆ ในแม่น้ำ หากสารเคมีต่าง ๆ เหล่านี้สะสมกันมาก ๆ เข้าจะเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสียซึ่งจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระทบกระเทือนต่อระบบนิเวศน์ในแหล่งน้ำนั้น และจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำตลอดจนมนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคสัตว์น้ำนั้นด้วย

6) โรงงานอุตสาหกรรม สาเหตุของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เกิดจากการระบายสิ่งสกปรกและน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ลำน้ำโดยตรง โดยไม่ได้ผ่านกรรมวิธีที่ทำให้น้ำทิ้งสะอาดเสียก่อน และจำนวนปริมาณการระบายสิ่งสกปรกและน้ำทิ้งมีมากจนเกินความสามารถที่แหล่งน้ำธรรมชาติจะขจัดให้หมดไปตามกลไกทางธรรมชาติได้ทัน จึงเกิดสภาพเน่าเสียหรือเป็นพิษขึ้น ปัจจุบันการขยายตัวและการพัฒนาอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นสภาพปัญหาน้ำเสียจึงเกิดขึ้นในแหล่งน้ำเสมอ ในน้ำทิ้งที่โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยลงสู่แหล่งน้ำนี้ประกอบไปด้วยสิ่งสกปรกต่าง ๆ มากมายอันได้แก่ ของทิ้งเสียที่ต้องการออกซิเจน สารอินทรีย์เคมีสังเคราะห์ หารอนินทรีย์ เคมีและแร่ธาตุ ของแข็ง สารกัมมันตภาพรังสี สารที่เป็นอาหารพืชโลหะหนัก ยาปราบศัตรูพืช จุลินทรีย์ ตลอดจนอุณหภูมิของน้ำทิ้งซึ่งก่อให้เกิดสภาพน้ำเสียได้ การเกิดภาวะน้ำเสียขึ้นในแหล่งน้ำนั้น ไม่สามารถจะแก้ไขได้นอกจากให้ธรรมชาติได้ปรับตัวของมันเองและมนุษย์ต้องพยายามป้องกันการเพิ่มเติมปริมาณน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำนั้น รวมทั้งขจัดสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งให้อยู่ในมาตรฐานที่ปลอดภัยต่อสภาวะแวดล้อมก่อนที่จะปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

2.3.8 ประเภทของมลภาวะของน้ำ

มลภาวะของน้ำหรือภาวะน้ำเสียนั้น จะเป็นน้ำเสียชนิดใดย่อมขึ้นอยู่กับสิ่งปฏิกูลที่เจือปนอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 6 ประเภทคือ

1) มลภาวะของน้ำทางกายภาพ ลักษณะทางกายภาพของน้ำโดยทั่วไปมักจะถูกมองข้ามไป โดยคิดว่ามีความสำคัญน้อยมาก แต่ที่แท้จริงแล้วลักษณะของน้ำทางกายภาพมีความสัมพันธ์ต่อกัน และเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำทั้งสิ้น มลภาวะของน้ำหรือภาวะน้ำเสียทางกายภาพนั้นไม่ได้หมายถึงน้ำที่มีสีดำคล้ำ กลิ่นเหม็น หรือขุ่นข้นเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงอุณหภูมิ ความเป็นกรด ด่าง สารแขวนลอยและสารที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งมีทั้งระดับ ชนิด และปริมาณที่สูงกว่าปกติในน้ำตามธรรมชาติทั่วไป ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ตามปกติ หรือเกิดผลเสียหายเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ทรัพย์สิน และการใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ความหนาแน่นและความหนืดของน้ำก็ยังเป็นคุณสมบัติของน้ำที่จะต้องคำนึงถึง เพราะมีความสำคัญต่อระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ และมีอิทธิพลต่อการเกิดมลภาวะของน้ำได้เช่นกัน

2) มลภาวะของน้ำทางชีววิทยา มลภาวะของน้ำหรือภาวะน้ำเสียทางชีววิทยาหมายถึงน้ำที่มีส่วนประกอบพวกสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ เจือปนอยู่น้ำเกินข้อจำกัดจนเป็นอันตราย ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำนั้นมีสาหร่ายมากจนไม่สามารถนำน้ำมาใช้ในโรงงานได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือน้ำนั้นมีจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำเสียได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่าย (Algae) โปรโตซัว และไวรัส สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำในแหล่งน้ำเกิดจากการทิ้งน้ำโสโครก ขยะมูลฝอยและสิ่งสกปรกจากบ้านเรือนลงสู่แหล่งน้ำ จุลินทรีย์ซึ่งอาศัยอยู่ในน้ำจะใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved Oxygen) ในการเผาผลาญ และย่อยสลายสิ่งสกปรกหรือพวกอินทรีย์สารเหล่านี้อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมี ผลผลิตที่ได้เป็นพวกอนินทรีย์ เช่น เป็นสารประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคาร์บอน ซึ่งพวกสาหร่ายและพืชต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นอาหารเจริญงอกงามเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่ปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ นอกจากผลผลิตอย่างอื่นที่ได้ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ดังสมการที่ (1)

Aerobic:	Organics + O_2 →	$CO_2 + H_2O$ + Energy ……	(1)
Anaerobic:	Organics + NO_3 →	$CO_2 + N_2$ + Energy ……	(2)
	Organics + SO_4 →	$CO_2 + H_2S$ + Energy ……	(3)
	Organics →	Organic Acid + $CO_2 + H_2O$ + Energy…	(4)
	Organics Acid →	CH4 + CO_2 + Energy ……	(5)

โดยทั่วไปแล้ว น้ำธรรมชาติจะมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำจำนวนจำกัดซึ่งตามปกติน้ำที่อุณหภูมิ 30^{o}C จะมีออกซิเจนละลายเกิดเป็นน้ำหนักเพียง 7.6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนึ่งลิตร เมื่อมีการทิ้งสิ่งสกปรกหรือสารอินทรีย์ลงในน้ำเพิ่มขึ้น การสลายตัวของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในน้ำก็เพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำที่ลดน้อยลงเรื่อย ๆ ถ้าหากการเติมออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำจากบรรยากาศ และจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำไม่ทันกับการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในน้ำ ปริมาณของออกซิเจนในแหล่งน้ำก็จะค่อย ๆ ลดลงจนหมดไป ดังนั้นจุลินทรีย์ซึ่งต้องการออกซิเจนในรูปของออกซิเจนอิสระ (Aerobic Microorganism) จะค่อย ๆ ตายไปและจุลินทรีย์พวกที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (Anaerobic Microorganism) จะเจริญขึ้นมาแทนที่ จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนที่อยู่ในรูปของสารประกอบไนเตรท (NO_3) และสารประกอบซัลเฟต (SO_4) ในการสันดาปกับสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีอีกรูปหนึ่ง โดยสารประกอบไนเตรทจะถูกดึงออกซิเจนไปใช้ แล้วเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซไนโตรเจนดังสมการที่ (2) เมื่อสารประกอบไนโตรเจนหมดไป จุลินทรีย์จะไปดึงออกซิเจนซึ่งอยู่ในหารประกอบซัลเฟต สารประกอบจะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า ซึ่งมีกลิ่นเหม็นดังสมการที่ (3) และสารประกอบซัลไฟด์ (S) นี้เมื่อทำปฏิกิริยากับสารประกอบโลหะหนัก เช่น เหล็ก(Fe^{++}) หรือตะกั่ว (Pb^{++}) จะเกิดสารประกอลโลหะซัลไฟด์ซึ่งมีสีดำ นอกจากนี้แบคทีเรีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ไม่ต้องการออกซเจนอิสระ (Anaerobic Bacteria) ที่อาศัยอยู่ในน้ำยังสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ไปเป็นกรดอินทรีย์ (Organic Acids) และสารประกอบอื่น ๆ ดังสมการที่ (4) จากนั้นกรดอินทรีย์นี้จะถูกแบคทีเรียย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็น ก๊าซมีเทน (CH_4) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ดังสมการที่ (5) ดังนั้นแหล่งน้ำจึงเปลี่ยนสภาพเป็นสีดำ สกปรกและมีกลิ่นเหม็น ถ้าไม่มีการเติมสารอินทรีย์หรือปล่อยน้ำทิ้งลงไปอีก คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำก็จะค่อย ๆ กลับคือสู่สภาพเดิมได้อีก โดยออกซิเจนอิสระจะละลายลงในน้ำ จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนอิสระก็จะใช้ออกซิเจนออกซิไดซ์อินทรีย์สารจะนำน้ำนั้นกลับสู่สมดุลตามเดิม

3) มลภาวะของน้ำทางโลหะหนัก โลหะหนัก (Heavy Metals) โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไป มี Atomic Number ในช่วง 23-92 อยู่ในคาบที่ 4-7 ของตารางธาตุมี Oxidation Number ได้หลายค่า มีค่าทั้งหมด 68 ธาตุ เมื่อรวมตัวกับสารอินทรีย์แล้วจะได้สารประกอบใหม่ที่เสถียรภาพกว่าเดิม และเมื่อโลหะหนักสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตมาก ๆ เช่น ปลา ปู กุ้ง หอย และพืชผัก จะเป็นพิษเรื้อรัง ตัวอย่างของโลหะหนักบางชนิดได้แก่ ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) นิกเกิ้ล (Ni) แคดเมี่ยม (Cd) โครเมี่ยม (Cr) เหล็ก (Fe) แมงกาสีส (Mn) และโคบอล (Co) เป็นต้น แต่ที่ได้รับความสนใจและมีบทบาทมากเกี่ยวกับมลภาวะสิ่งแวดล้อมมากที่สุดมีเพียง 3 ธาตุคือ ปรอท แคดเมี่ยม และตะกั่ว เพราะโลหะหนักทั้ง 3 ธาตุนี้สามารถออกฤทธิ์และแสดงความเป็นพิษในปริมาณที่น้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปรอท ซึ่งถ้ามีอยู่ในสิ่งแวดล้อมในปริมาณที่มากเกินไปก็จะแสดงความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต โลหะหนักปกติจะมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติโดยเฉพาะในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีโลหะหนักเจือปนอยู่ในอัตราที่น้อย ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่ปัญหาที่พบในปัจจุบันทางด้านโลหะหนักนั้นเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลักใหญ่ ทำให้มีการเจือปนของโลหะหนักมากจนเกินสมรรถนะการยอมให้ได้ของสิ่งแวดล้อมทำให้เป็นอันตรายได้ ซึ่งสาเหตุใหญ่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น โรงงานโซดาไฟ โรงงานกระดาษ โรงงานทำสี โรงงานทำยาปราบศัตรูพืช และโรงงานผลิตอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้นถ้าจะมีการควบคุมและ ป้องกันปัญหาอันเนื่องมาจากโลหะหมักแล้ว ควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีขั้นตอนในการดำเนินการเกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เหล่านี้

4) มลภาวะของน้ำเนื่องจากวัตถุมีพิษ วัตถุมีพิษหรือยาปราบศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticide) หมายถึงสารเคมีที่ใช้ฆ่าพืชและสัตว์ที่เป็นศัตรูพืช เช่น หนู แมลง ไรแดง และวัชพืช เป็นต้น รวมทั้งสัตว์อื่น ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ปลาที่ไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ แมลงและยุงต่าง ๆ ที่ก่อความรำคาญและน้ำเชื้อโรคพืชพวกเชื้อราและแบคทีเรีย ยากำจัดวัชพืช ยาฆ่าหนู ยาฆ่าไส้เดือนฝอย ยากำจัดพวกหอยทาก และยาฆ่าแมงมุมแดง วัตถุมีพิษหรือยาปราบศัตรูพืชและสัตว์เหล่านี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทำให้วัตถุมีพิษแพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำได้หลายทางด้วยกัน เช่น การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ฉีดพ่น น้ำฝนชะล้าง การระบายน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น วัตถุมีพิษที่พบในแหล่งน้ำส่วนใหญ่เป็นพวกยาคลอริเนตไฮโดรคาร์บอน ซึ่งใช้กำจัดแมลง ไรแดง ปลวก หนอน และเพลี้ยต่าง ๆ ที่รู้จักกันดีได้แก่ ดีดีที ดีลดริน เอ็นดริน เป็นต้น ทั้งนี้เพราะวัตถุมีพิษเหล่านี้มีราคาถูก มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้สูงจึงเป็นที่นิยมใช้กันมาก แต่วัตถุมีพิษเหล่านี้มีความคงทนอยู่ในธรรมชาติสิ่งแวดล้อมได้นานไม่สลายตัวได้ง่าย จึงมีพิษตกค้างอยู่ในน้ำได้ ทำให้น้ำมีคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการบริโภคและการดำรงชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ยังละลายน้ำได้น้อยมาก เมื่อลงสู่แหล่งน้ำ จึงอยู่ในรูปของสารแขวนลอยและตะกอนลงสู่พื้นท้องน้ำในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นปริมาณวัตถุมีพิษที่พบในแหล่งน้ำนี้ ยังมีค่าต่ำกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนดไว้สำหรับแหล่งน้ำเพื่อการประปา ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า คุณภาพแหล่งน้ำโดยทั่วไปในภาวะปัจจุบัน อยู่ในสภาพปกติสามารถใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยทั่วไป ไม่มีความเสื่อมเสียทางวัตถุมีพิษถึงขั้นที่จะก่อให้เกิดอันตรายอย่างเฉียบพลันได้ ถึงแม้จะพบว่าแหล่งน้ำบางแห่งมีการตกค้างของวัตถุมีพิษในปริมาณที่สูงเกินค่าปลอดภัยก็ตาม แต่จากการตรวจวิเคราะห์นั้นจะพบเป็นบางครั้ง ในเฉพาะที่เฉพาะแห่งตามฤดูกาล ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปแล้วถือว่ายังไม่ถึงขั้นที่จะกล่าวว่าเกิดปัญหามลภาวะของน้ำทางวัตถุมีพิษได้ แต่อย่างไรก็ตาม การสะสมของวัตถุมีพิษในแหล่งน้ำซึ่งมีปริมาณและอัตราเร็วกว่าการสลายตัวของมัน ก็อาจจะทำให้เกิดปัญหามลภาวะของน้ำทางวัตถุมีพิษในแหล่งน้ำแห่งใดแห่งหนึ่งขึ้นได้ในอนาคตเช่นกัน อีกประการหนึ่งมนุษย์จะเป็นแหล่งสุดท้ายที่จะสะสมวัตถุมีพิษทั้งหลายไว้มากที่สุดจากการถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งเป็นที่ตระหนักว่าเป็นเรื่องสำคัญที่สุดต่อคุณภาพชีวิตมนุษย์ ดังนั้นจึงควรมีมาตรการในการควบคุมการใช้วัตถุมีพิษอย่างเหมาะสมและรัดกุมที่สุด

5) มลภาวะของน้ำจากการปะปนของสารอินทรีย์ สารอินทรีย์ หมายถึง สารประกอบทางเคมีที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอย่างใกล้ชิด เช่น สารจำพวกแป้ง ไขมัน โปรตีน ตลอดจนไปถึงเซลต่าง ๆ ของมนุษย์ สัตว์และพืช รวมทั้งขยะมูลฝอย อุจจาระ ปัสสาวะ และน้ำมัน เป็นต้น ปัญหาน้ำมาจากการเพิ่มปริมาณสิ่งปฏิกูลและของโสโครกจากประชากรที่เพิ่มขึ้น และการทิ้งของเสียซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรม อันเป็นเหตุทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง และเกิดตะกอนเน่าเสียที่พื้นท้องน้ำ ส่วนปัญหาน้ำเสียจากการปะปนของน้ำมันในแหล่งน้ำนั้น สาเหตุเกิดจากการปฏิบัติงานของบุคคลในกิจการต่าง ๆ ที่ใช้น้ำมัน โดยเฉพาะการลำเลียงขนส่งน้ำมันแต่การเกิดอุบัติเหตุทางเรือจะเป็นต้นเหตุที่ก่อปัญหาที่รุนแรง เนื่องจากทำให้เกิดคราบน้ำมันแผ่เป็นบริเวณกว้าง และเกิดครั้งละมาก ๆ ทำลายเฉพาะตำบลที่เกิดอย่างใหญ่หลวง และมีผลกระทบต่อการประมง ส่วนในด้านผลกระทบต่อความสวยงามของธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชายหาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นั้นจะมีปัญหาการแปดเปื้อนจากน้ำมันรุนแรงมากที่สุด ทำให้แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติอันสวยงามตามชายหาดต้องเสียไป ซึ่งเท่ากับเป็นการสูญเสียทางการท่องเที่ยวด้วย

6) มลภาวะของน้ำทางกัมมันตรังสี กัมมันตรังสี คือ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากนิวเคลียสของปรมาณู เป็นรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งตามนุษย์มองไม่เห็น บางชนิดก็ประกอบด้วยอนุภาค เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นเองอย่างอิสระ และจะมีการเปลี่ยนแปลงมวลสารควบคู่ไปด้วย ปัจจุบันวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้า มนุษย์ได้นำสารกัมมันตรังสีมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในด้านต่าง ๆ เช่น ในวงการแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม เชื้อเพลิง และทางการทหาร ดังนั้นการเสี่ยงภัยจากกัมมันตรังสีจึงมากขึ้น เนื่องจากมลภาวะทางกัมมันตรังสีไม่เหมือนกับมลภาวะอื่นบางชนิด ดังนั้นหากเกิดมลภาวะทางกัมมันตรังสีขึ้น จะมีอันตรายต่อทรัพยากรที่มีค่าอย่างยิ่งเพราะหารกัมมันตรังสีนอกจากจะสะสมอยู่ในพืช สัตว์ และอื่น ๆ แล้วยังอาจแผ่รังสีไปสู่บริเวณใกล้เคียงได้ด้วย ดังนั้นหากมีสารกัมมันตรังสีในแหล่งน้ำมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำนั้น ๆ จนไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้เลย และนอกจากนี้อันตรายของรังสีนอกจากจะมีต่อมนุษย์ผู้ได้รับโดยตรงแล้ว ยังอาจมีผลไปถึงลูกหลานอีกด้วยในที่สุด

2.3.9 ผลที่เกิดจากมลภาวะของน้ำ

ผลที่เกิดจากมลภาวะของน้ำโดยตรงคือ การทำลายระบบนิเวศน์ในแหล่งน้ำ อันเป็นสาเหตุก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อมตามมาหลายด้าน ได้แก่

1) สาธารณสุข น้ำเสียเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคต่าง ๆ ทำให้เกิดการระบาด เช่นอหิวาต์ ไทฟอยด์ บิด และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงที่เป็นพาหะของโรคหลายชนิด เช่น มาลาเรีย ไข้เลือดออก และถ้าน้ำนั้นมีสารพิษอยู่มาก สารพิษแหล่านั้นจะสะสมอยู่ในสัตว์และพืชน้ำ ซึ่งเมื่อเราบริโภคเข้าไปทำให้เป็นโรคต่าง ๆ ได้

2) การอุปโภคและบริโภค น้ำที่มีวัตถุเจือปนอยู่มากจะต้องเพิ่มระบบการกำจัดความสกปรกมากขึ้นเพื่อผลิตน้ำให้ได้มาตรฐานทางด้านการอุปโภค เช่น โรงงานอุตสาหกรรมบางอย่างต้องใช้น้ำที่มีวัตถุเจือปนด้วย โรงงานกระดาษต้องการน้ำที่มีเหล็กและแมงกานีสต่ำกว่าปกติ

3) การประมง น้ำเสียทำให้ออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงจนถึงขาดแคลนได้ อันเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำต่าง ๆ ลดปริมาณลงจนอาจจะสูญพันธุ์ไปได้ในที่สุด เพราะไม่อาจจะดำรงชีวิตแพร่พันธุ์ได้อย่างปกติ

4) การเกษตร น้ำเสียมีสภาพเป็นกรดเป็นด่างไม่เหมาะต่อการเพาะปลูกเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังอาจเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5) ทัศนียภาพ แหล่งน้ำที่มีมลภาวะจะมีสีดำคล้ำ และส่งกลิ่นเหม็นซึ่งเป็นการไปทำลายความสวยงามทางธรรมชาติ ทำให้ไม่เป็นที่น่าพักผ่อนหย่อนใจ นอกจากนี้หากบริเวณใดมีสารอินทรีย์พวกน้ำมันปนเปื้อนอยู่ จะทำให้มีคราบน้ำมันแผ่เป็นบริเวณกว้าง ก่อให้เกิดความสกปรกอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชายหาดท่องเที่ยว

2.4 การจัดการน้ำ

2.4.1 ความหมายของการจัดการคุณภาพน้ำ

การจัดการคุณภาพน้ำ (ฉันตรไชย รัตนไชย, 2539) การมีมาตรการควบคุมมิให้มีการปล่อยน้ำทิ้งและของเสีย ลงสู่แหล่งน้ำได้ อย่างเสรี แต่ในขณะเดียวกันก็อาจไม่จำเป็นถึงกับต้องห้ามใช้แหล่งน้ำเพื่อเป็นแหล่งรองรับของเสียไปเสียเลยทีเดียว เพื่อที่จะหาสมดุลที่เหมาะสม ในการยอมให้แหล่งรองรับของเสียบ้าง ขณะเดียวกันก็ยังสามารถรักษาคุณค่าทางด้านสังคมและคุณค่าทางด้านนิเวศไว้บ้าง เพื่อให้ผู้ใช้แหล่งน้ำโดยส่วนรวมได้รับประโยชน์สูงสุด

การจัดการคุณภาพน้ำ (สมใจ กาญจนวงศ์,2532) การควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้สูงสุด มี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การลดปริมาณของเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำและการใช้ประโยชน์ของคุณสมบัติในการรับรองของเสียในแหล่งน้ำ (Assimilative Capacity) ความเข้มข้นของน้ำเสียอาจจะถูกทำให้มีปริมาณลดลงได้โดยใช้วิธีการบำบัดต่าง ๆ หรือวิธีการเจือจาง

2.4.2 การตรวจสอบความเน่าเสียของน้ำสามารถทำได้ 4 วิธีด้วยกันคือ

1) วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) การละลายของออกซิเจนในน้ำจะเป็นปฏิภาคตรงกับความดันของบรรยากาศ คือถ้าความดันสูง ออกซิเจนก็จะละลายน้ำได้มาก และจะเป็นปฏิภาคกลับ กับอุณหภูมิและความเค็มของน้ำ

2) วัดความต้องการออกซิเจนของน้ำ (Oxygen Demand : OD) การหาปริมาณออกซิเจนที่จะต้องใช้ในการทำปฏิกิริยากับวัตถุเจือปนในน้ำ การหาค่าความต้องการออกซิเจนในน้ำมี 3 วิธีคือ

2.1) BOD (Biological Oxygen Demand) คือค่าความต้องการของแบคทีเรียเพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ ปฏิกิริยาชีวเคมีระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ กว่าสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายหมดจะใช้เวลาหลายสิบวัน ตามมาตรฐานสากลจึงวัดค่า BOD ในเวลา 5 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในที่มืด BOD ในเวลา 5 วันจะมีค่าประมาณ 70 – 80 % ของปริมาณ BOD ทั้งหมด BOD มีวิธีการหาได้โดยนำตัวอย่างน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เสียใส่ขวดสำหรับหา BOD โดยเฉพาะจำนวน 2 ขวดแล้วปิดฝาให้แน่น นำขวดหนึ่งเก็บไว้ในที่มืดเพื่อป้องกันการสังเคราะห์แสงของพืชที่ปะปนอยู่ และให้อยู่ในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน อีกขวดหนึ่งให้นำไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในทันที หลังจากได้ค่าปริมาณออกซิเจนจากขวดทั้งสองแล้วจึงนำมาหักลบกัน จะได้ค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำนั้น 1 ลิตร มีหน่วยเป็น ppm(Part Per Million) หรือมิลลิกรับ/ลิตร ค่า BOD ที่ได้นี้ถ้ามีค่าสูง แสดงว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำถูใช้ไปมากเนื่องจากมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ในน้ำมากนั่นเอง

2.2) COD (Chemical Oxygen Demand) คือค่าความต้องการออกซิเจนที่หาได้โดยวิธีทางเคมี โดยใช้สารเคมีที่เป็นตัวเติมออกซิเจน เช่น โปรแตสเซียมไดโครเมต เป็นต้น ตัวออกซิไดซ์กับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำเสีย 1 ลิตร ดังนั้นค่า COD จึงแสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำเสียทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ปริมาณออกซิเจนที่หาได้นี้มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร โดยปกติค่า COD จึงสูงกว่าค่า BOD เสมอ

2.3) TOD (Total Oxygen Demand) คือปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้นการเผาผลาญสารอินทรีย์ในน้ำเสีย สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่คงตัวโดยทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในห้องสันดาปที่มีแพลตินั่มเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ค่า TOD หาได้รวดเร็วและมีความสัมพันธ์กับค่า COD จึงเหมาะที่จะใช้ในงานวิจัยที่ต้องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเป็นจำนวนมาก

3) หาปริมาณจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ การครวจคุณภาพน้ำโดยการหาปริมาณจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำนั้น มักนิยมวิธีการครวจหาแบคทีเรียเป็นดัชนีแสดงถึงการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในแหล่งน้ำ ซึ่งมีวิธีการตรวจหาที่สำคัญอยู่ 2 วิธี คือ

3.1) การตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total Plate Count) เป็นการนับจำนวนแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ 1 มิลิลิตร เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซึ่งเป็นอุณหภูมิและช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่อยู่ตามธรรมชาติ และเมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงถือเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีอยู่ประจำทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น มีหน่วยเป็นโคโลนีต่อน้ำ 1 มิลิเมตร

3.2) วัดความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ (Suspended Solid : SS) เป็นการตรวจหาตะกอนและสารต่าง ๆ เช่นปรอท แคดเมี่ยม ตะกั่ว และยาปราบศัตรูพืชต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งแยกออกได้โดยการกรองด้วยกระดาษกรอง โดยทั่วไปความเข้มข้นของ BOD และความขุ่นข้นของน้ำเสียจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ SS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.3 การควบคุมมลภาวะของน้ำ

การควบคุมมลภาวะของน้ำ หรือน้ำเสียนั้น ไม่สามารถใช้วิธีใดวิธีหนึ่งโดยเฉพาะได้ การควบคุมที่จะให้ได้ผลและมีประสิทธิภาพจะต้องใช้วิธีการหลายวิธีเข้าแก้ไข อันได้แก่ การออกกฎหมายกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงาน การช่วยเหลือจากรัฐบาล และการให้การศึกษาแก่ประชาชน เป็นต้น

1) การออกกฎหมายกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงาน การกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการออกกฎหมายในลักษณะป้องกันไม่ให้น้ำเกิดมลภาวะ โดยทั้งนี้ผู้กำหนดมาตรฐานจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อเศรษฐกิจของสังคม ไม่เช่นนั้นจะเป็นการผลักภาระให้แก่ผู้ซื้อโดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภท เพราะถ้าตั้งมาตรฐานสูงเกินไปจะทำให้โรงงานอุตสาหกรรมปฏิบัติตามยากเนื่องจากขาดความรู้และกำลังคน

2) การช่วยเหลือจากรัฐบาล รัฐบาลควรมีบทบาทสำคัญในการชักจูงใจและช่วยเหลือโรงงานอุตสาหกรรมตามสมควรแก่อัตภาพ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้กระทบกระเทือนไปถึงผู้รับบริโภคมากเกินไป เช่น ให้เงินอุดหนุน ลดภาษีอุปกรณ์ การกำจัดน้ำทิ้ง และลดภาษีเงินได้เป็นสัดส่วนตามความสามารถในการกำจัดน้ำทิ้ง เป็นต้น

3) การให้การศึกษาแก่ประชาชน โดยทั่วไปแล้วความยุ่งยากของการควบคุมภาวะของน้ำเสียเกิดจากผู้ที่ทำให้น้ำเสียไม่ได้เป็นผู้รับความเสียหายอันเกิดจากน้ำเสียนั้น จึงทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นรัฐบาลจึงควรให้การศึกษาแก่ประชาชนตั้งแต่เยาว์วัยซึ่งนับเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อปลูกฝังนิสัย อันจะช่วยให้การควบคุมคุณภาพของน้ำเป็นไปโดยราบรื่นขึ้นในเวลาต่อไป

2.4.4 หลักการบำบัดน้ำเสีย

การที่จะบำบัดน้ำเสียและเลือกระบบบำบัดที่เหมาะสมได้นั้น จำเป็นจะต้องมีความเข้าในเกี่ยวกับหลักการดำเนินงานบำบัดน้ำเสีย ในบทนี้จะกล่าวถึงสิ่งสำคัญ ๆ ที่ต้องเข้าใจและคำนึงถึงอยู่เสมอในงานบำบัดน้ำเสีย อันประกอบด้วย

1) ระบบรวบรวมน้ำเสียหรือระบายน้ำเสีย
2) ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย
3) กระบวนการ หรือกรรมวิธีบำบัดน้ำเสีย
4) การกำจัดตะกอน และการระบายน้ำทิ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งสี่ประการนี้เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วางแผนหรือผู้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องตระหนักว่า น้ำเสียจะต้องผ่านการดำเนินการทั้ง 4 ประการนี้ จึงจะถือได้ว่า การบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างสมบูรณ์

1) ระบบรวบรวมน้ำเสียหรือระบบระบายน้ำเสีย

หมายถึงระบบเส้นท่อ หรือรางระบายน้ำเสีย ที่ระบายหรือรวบรวมน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น จากอาคาร บ้านเรือน หรือสถานที่ราชการหรือโรงงานอุตหกรรมต่าง ๆ ระบายมารวมกันเพื่อรวบรวมส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย โดยจะพยายามออกแบบให้น้ำเสียไหลออกไปเองโดยธรรมชาติ (Gravity Flow) เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย ฉะนั้น การออกแบบระบบเส้นท่อจะต้องวางเส้นท่อให้มีความลาดเอียง (Slope) และอาศัยลักษณะสูงต่ำของพื้นที่ที่เส้นท่อวางผ่านเป็นสำคัญ แต่บางครั้งการวางเส้นท่อโดยอาศัย ความลาดเอียงกระทำไม่ได้ ก็จำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำเข้าช่วย

ระบบรวบรวมหรือระบบระบายน้ำเสีย โดยทั่วไปแล้วอาจออกแบบได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1.1) ระบบระบายน้ำเสียแบบแยก (Separated System) หมายถึงระบบระบายน้ำเสียที่แยกการระบายน้ำฝนออกจากน้ำเสียหรือน้ำโสโครกประเภทอื่น ๆ ซึ่งการเลือกใช้ระบบระบายน้ำเสียแบบนี้ จะทำให้มีระบบท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำ 2 อย่างแยกกันไป โดยระบบท่ออันหนึ่งจะรวบรวมเฉพาะน้ำเสียหรือน้ำโสโครกโดยเฉพาะ ส่วนอีกระบบเส้นท่อหนึ่งจะรองรับเฉพาะน้ำฝน ประโยชน์ของระบบเส้นท่อแบบแยกนี้คือ น้ำฝนที่ถูกระบายทิ้งนั้นมีความสกปรกต่ำไม่จำเป็นต้องนำไปบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถระบายน้ำทิ้งไปได้เลย จึงต้องแยกออกจากเส้นท่อของน้ำเสียหรือน้ำโสโครกโดยเฉพาะ จะทำให้ปริมาณน้ำเสียน้อยลง ประหยัดค่าลงทุนค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

1.2) ระบบระบายน้ำเสียแบบรวม (Combined System) เป็นระบบรวบรวมหรือระบายน้ำเสียทั้งน้ำเสียและน้ำฝน รวบรวมไปในระบบเส้นท่อหรือรางระบายน้ำเดียวกัน เพื่อนำส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย หรือนำไประบายทิ้งที่อื่น ซึ่งโดยการใช้วิธีนี้เส้นท่อหรือรางระบายน้ำเสียจะมีขนาดใหญ่กว่าระบบระบายน้ำเสียแบบแยก การก่อสร้างในการวางเส้นท่อหรือรางระบายน้ำจะง่ายกว่าแบบแยก แต่น้ำฝนที่ถูกปล่อยทิ้งจะถูกรวบรวมไปบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียด้วย ทำให้ขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียใหญ่กว่าและเสียค่าใช้จ่ายมากกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียที่ถูกรวบรวมไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จต้องผ่านขั้นตอนการลดความสกปรกที่เจือปนมาในน้ำ ซึ่งมักแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน

2.1) การบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment) ได้แก่การกำจัดสารที่ลอยหรือตกตะกอนได้ในน้ำเสีย เป็นการลดปริมาณของแข็ง และน้ำมันหรือไขมันที่ลอยอยู่ กระบวนการบำบัดขึ้นต้นสามารถกำจัดปริมาณของแข็งและบีโอดี ได้ราว 20 – 30 % กระบวนการนี้ประกอบด้วยการกรองด้วยตะแกรง (Screening)

- การกรองด้วยตะแกรง (Screening)
- การกำจัดกรวดทราย (Grit Removal)
- การตกตะกอน (Sedimentation)
- การกำจัดน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease Removal)

2.2) การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) ได้แก่การกำจัดบีโอดี และมลสาระสำคัญอื่น ๆ ในน้ำเสียให้ลดปริมาณลงอีก 50 - 90 % ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้ การบำบัดขั้นที่สองประกอบด้วยระบบที่มีชื่อเรียกกันแพร่หลาย เช่นระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพ มีนิยมใช้กันทั่วไป คือ

- ระบบเอเอส (Activated Sludge)
- ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)
- ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)
- ระบบบ่อผึ่งน้ำ (Stabilization Pond)
- ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter)
- ระบบอาร์บีซี (RBC, Rotating Biological Contactor)
- ระบบยูเอเอสบี (UASB, Upflow Anaerobic Sludge Blanket)
- ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

ระบบเหล่านี้มักจะตามด้วยถังตกตะกอนหรือบ่อขัดแต่ง (Polishing Pond) ซึ่งเป็นการกำจัดปริมาณของแข็งหรือจุลินทรีย์ที่เกิดจากปฏิกิริยาทางชีวภาพของระบบบำบัด ก่อนปล่อยน้ำทิ้งสู่ลำน้ำ อนึ่ง เพื่อป้องกัน การแพร่กระจายของเชื้อโรงลงสู่ลำน้ำ ขั้นตอนสุดท้ายของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบบำบัดควรเป็นการฆ่าเชื้อโรคเช่น การเติมคลอรีน (Chlorination) หรือการใช้โอโซนหรือแสงยูวี (Ultra - Violet)

2.3) การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment) ได้แก่การบำบัดมลสารที่เหลือจากขั้นที่สองให้น้ำมีคุณภาพดียิ่งขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ และการกำจัดธาตุอาหาร (Nutrient Removal) ซึ่งอาจมีปริมาณสูงในน้ำเสีย และยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเติบโตผิดปกติของพืชน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าได้ ประสิทธิภาพของระบบบำบัดอยู่ประมาณ 90 -95 % ค่าของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ปริมาณของแข็งก็จะถูกลดลงไปอีกด้วย กระบวนการบำบัดขั้นสูงมีดังนี้

- การกำจัดฟอสฟอรัส (Phosphorus Removal)
- การกำจัดไนโตรเจน (Nitrogen Removal)
- การกรอง (Filtration)
- การดูดซึมด้วยคาร์บอน (Carbon Absorption)

3) กระบวนการ หรือกรรมวิธีบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการ หรือวิธีบำบัดน้ำเสียนั้นมีอยู่หลายกระบวนการ หรือหลายวิธี เนื่องจากในน้ำเสียมีองค์ประกอบของสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่หลายอย่าง ทั้งในรูปที่เป็นของแข็งหรือสารละลาย เป็นทั้งสารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ ซึ่งจะต้องทำการกำจัด แยกหรือย่อยสลาย ฉะนั้นกระบวนการบำบัดน้ำเสีย่าง ๆ จึงขึ้นอยู่กับ ลักณะของน้ำเสียทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ คือ

3.1) กระบวนการทางกายภาพ (Physical Process)

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียวิธีที่ง่ายที่สุด อาศัยหลักทางฟิสิกส์เพื่อการกำจัดสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปของแข็ง หรือสิ่งแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำเสีย เช่น การใช้ตาข่ายหรือตะแกรงดักเอาสิ่งสกปรกออก การตกกะกอน การกรอง เป็นต้น

3.2) กระบวนการทางเคมี (Chemical Process)

เป็นกระบวนกำบำบัดน้ำเสียวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากกว่าวิธีแรก และค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องใช้สารเคมีในกระบวนการ เพื่อใช้ประโยชน์ในการกำจัดสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปสารละลาย และส่วนมากจะเป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งย่อยสลายได้ยากโดยธรรมชาติหรือโดยวิธีทางชีวภาพ เช่น การเติมสารเคมีลงไปเพื่อทำให้เกิดการตกตะกอน กำทำให้สภาพของน้ำเสียเป็นกลาง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3) กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Process)

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ค่อนข้างง่ายแก่การดูแล บำรุงรักษากว่าวิธีทางเคมี แต่ก็ยุ่งยากกว่าวิธีทางกายภาพ ค่าการดูและรักษาในการเดินระบบ จะถูกกว่ากระบวนการทางเคมี ประสิทธิภาพในการกำจัดอยู่ในช่วงระหว่างดี จนถึงดีมาก ฉะนั้นโดยทั่วไปแล้ว จึงนิยมเลือกใช้กระบวนการทางชีวภาพสำหรับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหมาะแก่การบำบัดน้ำเสียจากชุมชน เช่นบ่อผึ่งน้ำ คลองวนเวียน เอเอส (AS) เป็นต้น

นอกจากนี้ บางครั้งอาจออกแบบโดยใช้กระบวนการทางเคมีและกายภาพผสมกัน เรียกว่า “กระบวนการทางกายภาพเคมี (Physic Chemical Processes)” ซึ่งเป็นที่นิยมมากสำหรับการกำจัดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย การดูแลบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายค่อนข้างจะยุ่งยาก เช่น กระบวนการดูดซึมด้วยคาร์บอน (Carbon adsorption Process) กระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange Process) เป็นต้น

ในแต่ละขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสีย จะกระทำได้โดยอาศัยกระบวนการหรือกรรมวิธีของการบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ดังกล่าว โดยมากแล้วในขั้นตอนการบำบัดขึ้นต้นจะใช้กระบวนการทางกายภาพ การบำบัดขึ้นที่สองจะใช้กระบวนการทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพเช่นเดียวกับการบำบัดขั้นสูง แต่ในขั้นสูงจะใช้เทคโนโลยีที่สูงกว่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด

4) การกำจัดตะกอน และการระบายน้ำทิ้ง

เนื่องจากการบำบัดน้ำเสียในกระบวนการต่าง ๆ จะมีตะกอน (Sludge) เกิดขึ้นจากการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ หรือเกิดจากการตกตะกอนโดยวิธีทางกายภาพ หรือเกิดการตกตะกอนโดยวิธีทางเคมี ตะกอนพวกนี้จะถูกแยกออกจากน้ำสีย ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วก็จะมีคุณภาพดีขึ้นพร้อมที่จะระบายทิ้งได้ ฉะนั้นการบำบัดน้ำเสียจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อตะกอนถูกนำไปกำจัดโดยวิธีที่เหมาะสมและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว (effluent) ถูกระบายทิ้งในแหล่งที่เหมาะสม

4.1) การบำบัดน้ำเสียชีวภาพ ใช้กิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นหลัก ซึ่ง จุลินทรีย์ที่มีบทบาทมากที่สุด คือแบคทีเรีย เนื่องจากกแบคทีเรียมีวิธีดำรงชีพที่แบ่งได้กว้าง ๆ เป็น 2 พวก คือ พวกที่ใช้ออกซิเจนและพวกที่ใช้ออกซินเจน ดังนั้นการบำบัดจึงแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบตามกิจกรรมของแบคทีเรียที่ใช้คือ

- Aerobic Biological Treatment ใช้กิจกรรมของแบคทีเรียที่ดำรงชีพ โดยใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic Bacteria)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- Anaerobic Biological Treatment ใช้กิจกรรมของแบคทีเรียที่ดำรงชีพโดยไม่มีออกซิเจน (Anaerobic Bacteria)

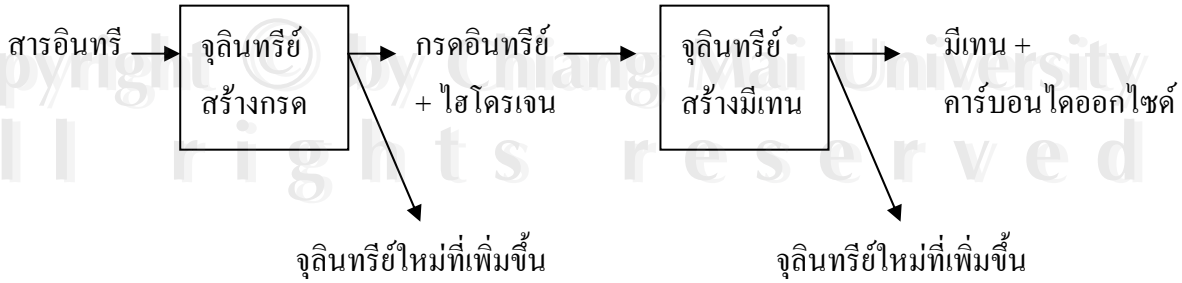
สำหรับ Facultative Bacteria นั้นปรับตัวอยู่ได้ทั้งสองระบบ ในแต่ละระบบยังสามารถแบ่งตามลักษณะการเลี้ยงจุลินทรีย์ได้อีก 2 แบบ คือ

- แบบจุลินทรีย์แขวนลอย (Suspended Growth) เลี้ยงจุลินทรีย์ให้แขวนลอยอยู่ในน้ำเสีย
- แบบจุลินทรีย์เกาะอยู่บนตัวกลาง (Attached Growth) เลี้ยงจุลินทรีย์โดยให้เกาะอยู่บนผิวของตัวกลาง

ในระบบ Aerobic Biological Treatment นั้น การย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นค่อนข้างซับซ้อนเกิดขึ้นโดยแบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่น ๆ เช่น รา สาหร่าย และโปรโตซัว แต่ก็พอที่จะเขียนสรุปได้ง่าย ๆ ดังภาพที่ 2.2.

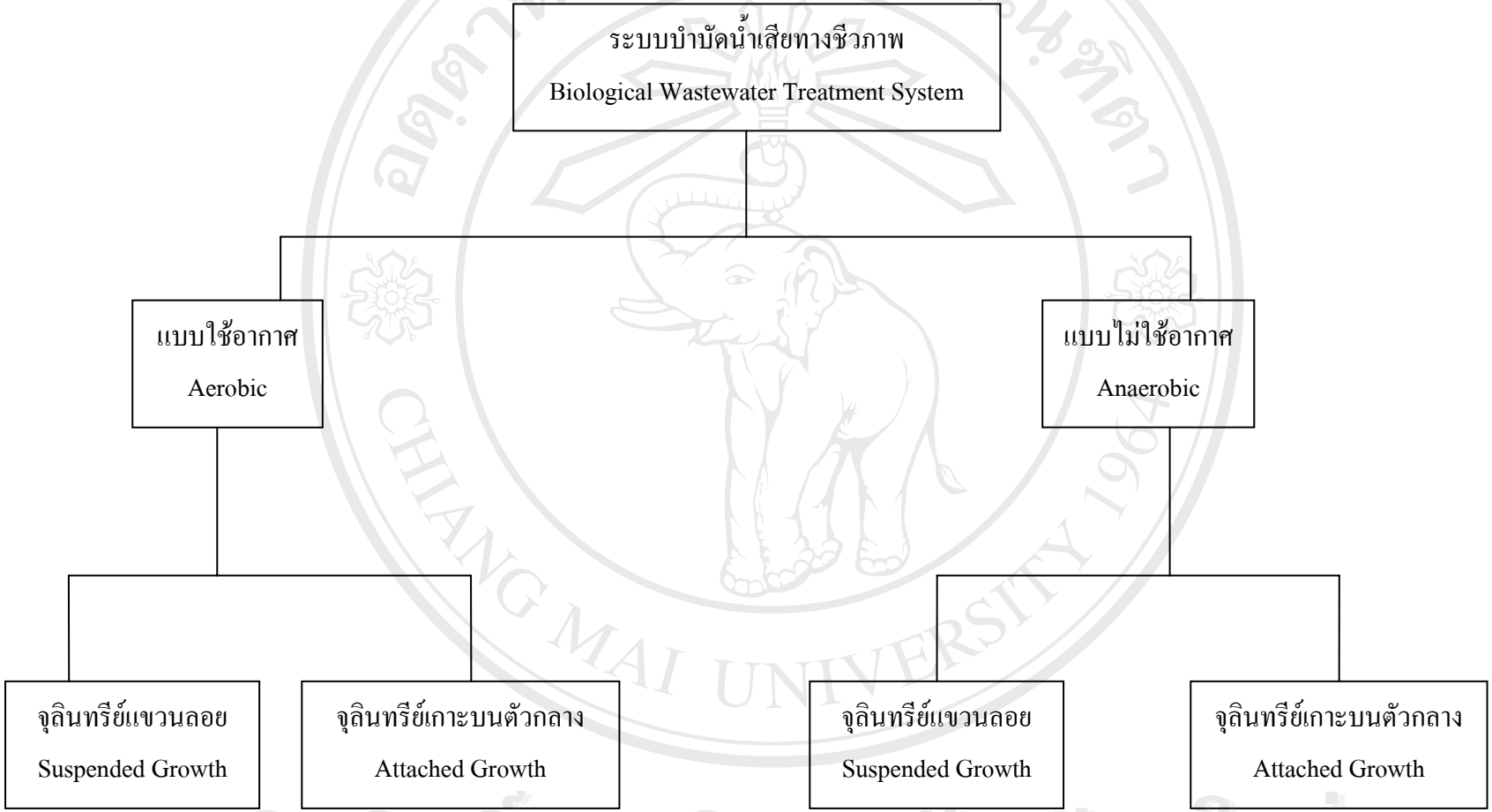
ภาพที่ 2.2 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพแบบ Aerobic Biological Treatment

สำหรับระบบ Anaerobic Biological Treatment นั้นการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยทั่วไปแบ่งได้ เป็น 2 ระยะ คือ ระยะสร้างกรด และระยะสร้างมีเทน ซึ่งแต่ละระยะจะอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์คนละกลุ่ม คือ กลุ่มสร้างกรด และกลุ่มสร้างมีเทนตามลำดับธรรมชาติของจุลินทรีย์สองกลุ่มนี้ มีข้อแตกต่างกันอยู่หลายประการ จำเป็นต้องพิถีพิถันในการเพาะเลี้ยงให้สมดุล



ภาพที่ 2.3 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพแบบ Anaerobic Biological Treatment

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.4 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพแบบต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียสามารถจำแนกตามหลักเทคนิคที่นำใช้คือ การบำบัดทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยการบำบัดน้ำเสียที่สมบูรณ์ มักมีการรวมกันของหน่วยบำบัดทั้งสาม

ในการบำบัดน้ำเสีย การรวมหน่วยบำบัดข้างต้นเข้าทำงานร่วมกันจะเรียกว่า "ระบบบำบัด" ซึ่งในที่นี้จะเน้นกระบบทางชีวภาพเป็นหลัก เนื่องจากน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์เป็นหลัก

1) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีอยู่ 5 ระบบคือ

1.1) ระบบบ่อผึ่งน้ำ (Waste Stabilization Ponds)

1.2) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

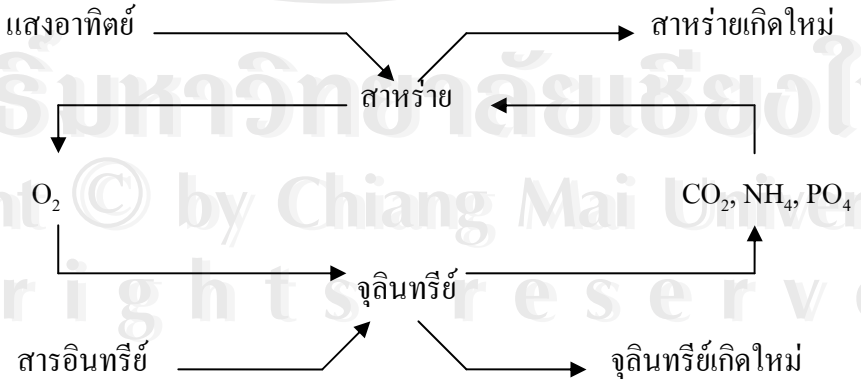
1.3) ระบบเอเอส (Activated Sludge Process, AS)

1.4) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter, TF)

1.5) ระบบอาร์บีซี (Rotating Biological Contactor, RBC)

1.1) ระบบบ่อผึ่งน้ำ (Waste Stabilization Ponds)

ระบบนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียโดยธรรมชาติ โดยไม่จำเป็นต้องมีการเติมสารเคมีใด ๆ และไม่ต้องใช้พลังงานกลในการเดินระบบ แต่ระบบนี้จำเป็นต้องใช้ที่ดินมากเพื่อเก็บกักน้ำไว้นานมากกว่า 10 วันขึ้นไปปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบแสดงไว้ในรูป



ภาพที่ 2.5 แสดงระบบบ่อผึ่งน้ำ (Waste Stabilization Ponds)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะเห็นได้ว่าวัฏจักรของการย่อยสลายของของเสีย จะมีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นด้วย เพื่อให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายของเสีย ดังนั้น ความลึกของบ่อไม่ควรเกิน 1.5 เมตร เพื่อให้แสงแดดส่องลงไปได้ทั่วถึง นอกจากนั้นการฆ่าเชื้อโรงก็มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากระบบมีระยะเวลาเก็บกักน้ำนานมาก

1.2) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

ระบบนี้มีลักษณะคล้ายระบบแบบบ่อผึ่งน้ำ แต่มีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศเข้าไปเพื่อให้ออกซิเจน ละลายแทนการสังเคราะห์แสง ดังนั้น ระบบนี้จะไม่มีหรือมีสาหร่ายเกิดขึ้นน้อย และมีความจำเป็นที่จะใช้ที่ดินน้อยลงกว่าระบบบ่อผึ่งน้ำ

เมื่อน้ำผ่านบ่อเติมอากาศแล้ว จะไหลเข้าบ่อพักน้ำหรือที่เรียกว่า Polishing Pond โดยที่บ่อนี้จะมีการตกตะกอนของของแข็งแขวนลอยเกิดขึ้น เสมอนกับการซักฟอกน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้นก่อนระบายทิ้ง ลักษณะการไหลของน้ำได้แสดงไว้ในรูป

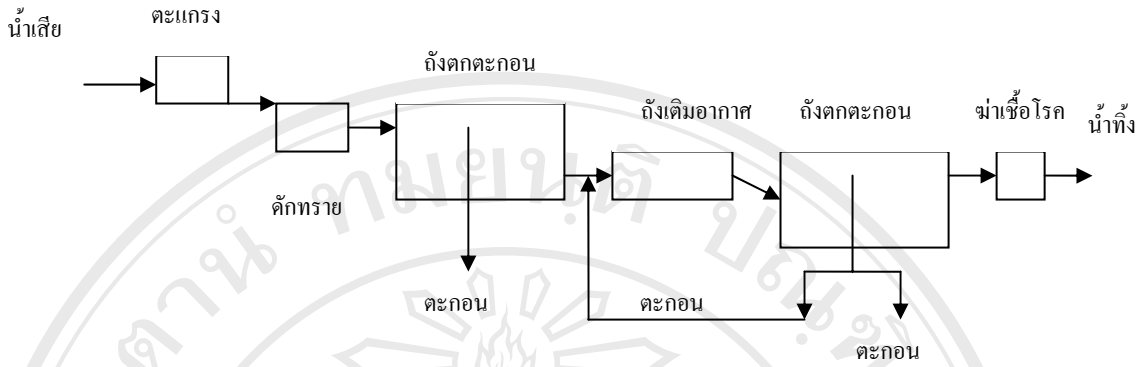
ภาพที่ 2.6 แสดงระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

บ่อพักน้ำในรูปควรจะมีระยะเวลาเก็บกักน้ำอย่างน้อย 3 วัน ทั้งนี้เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคทางธรรมชาตินั่นเอง อย่างไรก็ตามจะต้องมีการขุดลอกบ่อพักน้ำเป็นระยะ ๆ เพื่อคงไว้ซึ่งปริมาตรของบ่อให้การเก็บกักได้นานอยู่เสมอ

1.3) ระบบเอเอส (Activated Sludge Process, AS)

ระบบนี้เป็นระบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการใช้บำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมหรือน้ำเสียชุมชนในปัจจุบัน รูปแบบของระบบได้แสดงไว้ในรูป การบำบัดของเสียเกิดขึ้นในถังเติมอากาศ โดยใช้แบคทีเรียกินของเสียเพื่อการเติบโตของมัน จากนั้นทำการแยกแบคทีเรียออกจากน้ำด้วยวิธีการตกตะกอน ตะกอนบางส่วนซึ่งมีแบคทีเรียที่แข็งแรงถูกหมุนเวียนกลับไปถังเติมอากาศเพื่อบำบัดของเสียใหม่ ส่วนตะกอนส่วนเกินจะถูกนำไปทิ้ง ระบบนี้จะเป็นที่ดินน้อย แต่จำเป็นต้องมีพลังงานในการเติมอากาศสูง นอกจากนั้นการควบคุมระบบต้องอาศัยบุคลากรที่มีความชำนาญสูงอีกด้วย

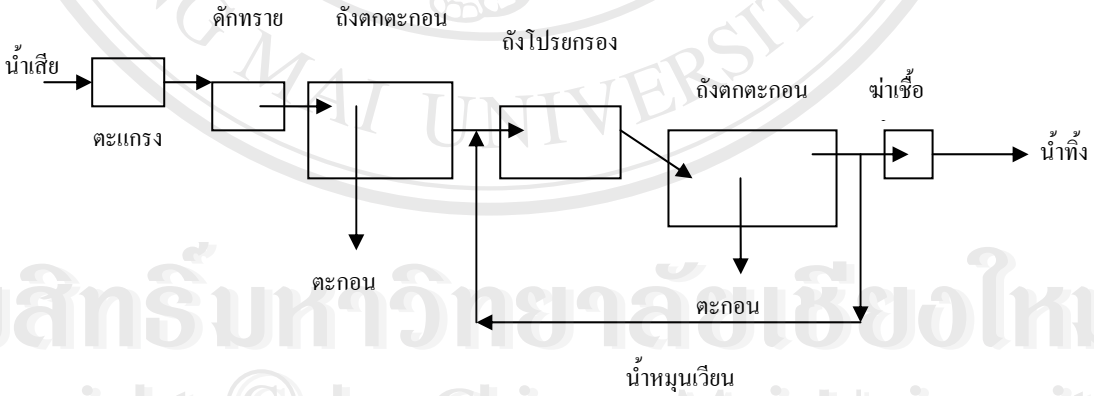
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.7 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส (Activated Sludge Process, AS)

1.4) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter, TF)

ระบบนี้เป็นระบบกรองชีวภาพ โดยจุลินทรีย์ที่จะบำบัดน้ำเสียเกาะติดอยู่กับตัวกลางที่ทำด้วยหินหรือพลาสติกหรือวัสดุอื่น ๆ และน้ำเสียจะถูกโปรยลงมาผ่านตัวกลางดังกล่าว เมื่อจุลินทรีย์โตเต็มที่หรือตายลงก็จะหลุดออก ออกจากตัวกลางปนไปกับน้ำ ซึ่งจะถูกแยกออกด้วยวิธีตกตะกอน อย่างไรก็ตามระบบนี้ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในบ้านเรา ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกลิ่นที่เกิดขึ้นและมีแมลงวันอีกด้วย รูปแบบการไหลของระบบฯ ได้แสดงไว้ในรูป



ภาพที่ 2.8 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบโปรยกรอง (Trickling Filter, TF)

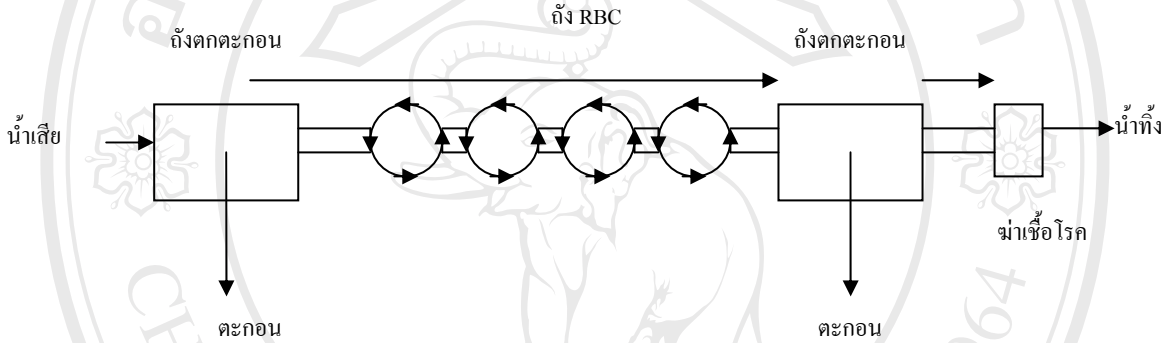
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปจุลินทรีย์จะได้รับออกซิเจนจากอากาศที่อยู่ระหว่างช่องว่างของแต่ละตัวกลาง (Void) อย่างไรก็ตาม ระบบโปรยกรองนี้มีข้อดีเหนือกว่าระบบเอเอส (Activated Sludge

Process) ก็คือไม่มีปัญหาตะกอนไม่จมตัว (Sludge Bulking) ซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นบ่อยกับระบบเอเอส อันเป็นเหตุทำให้น้ำที่ผ่านระบบบำบัดฯ มีของแข็งแขวนลอยสูง

1.5) ระบบอาร์บีซี (Rotating Biological Contactor, RBC)

ระบบนี้เป็นระบบกรองชีวภาพอีกชนิดหนึ่ง โดยที่จุลินทรีย์ เกาะติดกับตัวกลางชนิดแผ่นหมุนได้ คล้ายจาน (Disc) แผ่นจานนี้จะจมอยู่ในน้ำครึ่งหนึ่ง เมื่อเกิดการหมุนโผล่พ้นน้ำก็จะเป็นการให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บนแผ่น Disc เมื่อจุลินทรีย์โตเต็มที่หรือตาย ก็จะหลุดออกจากแผ่นหมุนนั้น

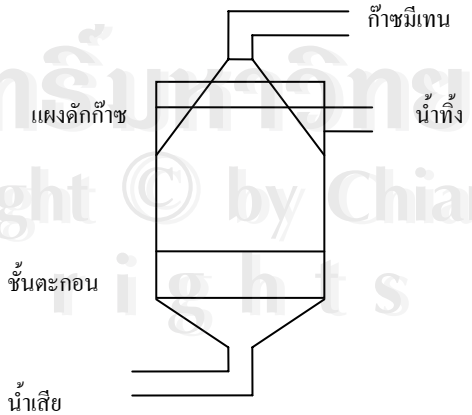


ภาพที่2.9 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบอาร์บีซี (Rotating Biological Contactor, RBC)

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ

ระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบคือ

2.1) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Process, UASB)



ภาพที่ 2.10 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบยูเอเอสบี

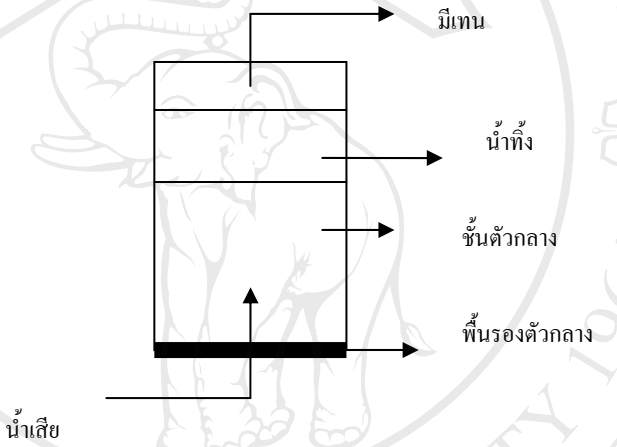
(Upflow Anaerobic Sludge Blanket Process)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำเสียจะเข้าที่ก้นถังแล้วไหลขึ้นไปผ่านชั้นตะกอนชีวภาพ ซึ่งการบำบัดจะเกิดขึ้นในชั้นนี้ ชั้นตะกอนชีวภาพประกอบด้วยกลุ่มก้อนของจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ และเกิดการลอยตัวได้ด้วยความเร็วของน้ำที่ไหลขึ้นนั่นเอง

2.2) ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

ระบบ ฯ นี้ประกอบด้วยถังกรอง ซึ่งมีตัวกลางทำด้วยก้อนหินหรือพลาสติกหรือวัสดุอื่น ๆ ให้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศเกาะอยู่ ปกตินิยมให้น้ำเสียเข้าที่ก้นถังแล้วไหลขึ้นไปผ่านตัวกลาง ทั้งนี้เพื่อให้ระบบ ฯ อยู่ในสภาพไร้อากาศ



ภาพที่ 2.11 แสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

ข้อดีของระบบ ฯ นี้คือ การที่ตัวกลางสามารถเก็บกักจุลินทรีย์ที่แข็งแรงมีอายุนานประสิทธิภาพในการบำบัดสูงขึ้น และขนาดของระบบ ฯ เล็กลง นอกจากนั้นยังสามารถของเสียที่มีความเข้มข้นน้อย ๆ ได้อีกด้วย

2.5 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ความมายของการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environment Impact Assessment, EIA) ทวีวงศ์ ศรีบุรี (2538) ให้ความหมายของ EIA ว่าหมายถึง “การวิเคราะห์ผลกระทบจากโครงการหรือกิจการประเภทต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อสภาพแวดล้อม หรือสภาพแวดล้อมที่อาจจะมีผลกระทบต่อโครงการหรือกิจการนั้น ทั้งในทางบวก และทางลบ เพื่อเป็นการเตรียมการควบคุม ป้องกัน และแก้ไขก่อนการตัดสินใจดำเนินโครงการนั้น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.1 รายละเอียดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน

หลักการของการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน ได้มีการแบ่งพื้นที่ที่จะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์เป็น 3 พื้นที่ดังนี้

1) บริเวณพื้นที่โครงการ (Project Area) ซึ่งจะเป็นการศึกษาและวิเคราหะสภาพแวดล้อมในปัจจุบันของพื้นที่ โดยทั่วไปถ้าเป็นโครงการที่ใช้พื้นที่ไม่มากนัก หรือเป็นโครงการของภาคเอกชน ปัญหาสภาพแวดล้อมก็จะไม่มีปัญหามากนัก แต่สำหรับโครงการที่ต้องใช้พื้นที่มาก สภาพแวดล้อมของพื้นที่โครงการก็จะมีความสำคัญต่อการวิเคราห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมมาก

2) พื้นที่ใกล้เคียง (Vicinity Area) เป็นพื้นที่ที่อยู่โดยรอบพื้นที่โครงการ โดยทั่วไปจะแบ่งพื้นที่นี้เพื่อเน้นการศึกษาเป้น 2 กลุ่มได้แก่ บริเวณพื้นที่ที่อยู่ในรัศมี 5 กิโลเมตรรจากบริเวณพื้นที่โครงการเพราะพื้นที่เหล่านี้อาจจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากการดำเนินโครงการไม่ว่าจะเป็นการใช้ที่ดิน คุณภาพอากาศ สภาพเศรษฐกิจและสังคม สำหรับกลุ่มที่ 2 จะเป็นส่วนพื้นที่ที่ถัดออกมาจากกลุ่มที่ 1 โดยจะมีรัศมีวงแหวน 10 กิโลเมตร จากพื้นที่ตั้งโครงการ เพราะบริเวณพื้นที่เหล่านี้อาจจะมีผลกระทบเกี่ยวข้องในด้านการคมนาคมขนส่ง น้ำใช้ สาธารณูปโภค และอื่น ๆ

3) พื้นที่อางถึง (Reference Area) ได้แก่พื้นที่ที่นอกเหนือจากพื้นที่โครงการและพื้นที่ใกล้เคียงโดยในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะใช้อ้างอิงหรือกล่าวถึง เช่น อ่างเก็บน้ำ แหล่งโบราณคดี สถานที่ท่องเที่ยว เส้นทางคมนาคมขนส่งวัตถุดิบและผลผลิต ธรณีวิทยา เป็นต้น

2.5.2 การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรกายภาพ

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม จะเริ่มการวิเคราะห์จากผลกระทบต่อทรัพยากรด้านกายภาพ โดยเริ่มพิจารณาจากหัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

- มีการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติหรือไม่
- มีการสูญเสียสภาพสวยงามตามธรรมชาติหรือไม่ หรือสภาพภูมิประเทศหรือไม่
- มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดินมากน้อยเพียงใด

เมื่อได้ประเมินภาพกว้างของผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังกล่าวข้างต้นแล้ว ก็จะเริ่มพิจารณาผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นภายในบริเวณโครงการและบริเวณใกล้เคียง โดยการพิจารณาในรายละเอียดเพื่อให้เห็นว่าสภาวะแวดล้อมด้านกายภาพจะถูกกระทบกระเทือนอย่างไรประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- การรื้อหรือทำลายสิ่งก่อสร้าง
- การปรับปรุงสิ่งก่อสร้าง
- การสร้างสิ่งก่อสร้างขึ้นใหม่
- การเพิ่มเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ใหม่ การเพิ่มปริมาณการจราจร
- การขุดหรือเพิ่มปริมาณการเก็บกักน้ำหรือสร้างอ่างเก็บน้ำ
- การขุดหรือการถมบริเวณพื้นที่ หรือการปรับแต่งพื้นที่
- การปรับปรุงทางระบายน้ำหรือลำน้ำธรรมชาติ
- การสร้างหรือปรับปรุงระบบระบายน้ำเสีย
- การสร้างหรือปรับปรุงระบบป้องกันน้ำท่วม
- การเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติหรือภูมิประเทศ
- การปล่อยมลสารประเภทต่าง ๆ

การคาดการว่ากิจกรรมใดที่อาจจะก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางด้านลบ หรือเป็นการเพิ่มปริมาณปัญหา ผลกระทบจากโครงการหรือกิจการ ถึงแม้จะเป็นผลกระทบชั่วคราวระหว่างช่วงเวลาการก่อสร้าง หรือผลกระทบถาวรจากการดำเนินโครงการหรือกิจการนั้น ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบและวิเคราห์ถึงระดับของผลกระทบมีดังนี้

- คุณภาพอากาศ
  - องค์ประกอบประเภทสารเคมีในคุณภาพอากาศ
  - กลิ่น
  - ฝุ่นละออง
  - ควัน
- เสียง
  - การเพิ่มระดับเสียง
- คุณภาพน้ำผิวดิน
  - องค์ประกอบของสารเคมีและพารามิเตอร์ที่สำคัญ
  - ตะกอน
  - การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- คุณภาพของน้ำทิ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- คุณภาพน้ำใต้ดิน
  - การเปลี่ยนแปลงระดับและปริมาณน้ำใต้ดิน
  - อัตราการไหลซึม
  - องค์ประกอบของสารเคมีและดัชนีต่าง ๆ ที่สำคัญ
- ธรณีวิทยา
  - ลักษณะธรณีวิทยาโดยทั่วไป
  - การเกิดแผ่นดินไหว

1) คุณภาพอากาศ

ในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศของพื้นที่ใดก็ตาม จำเป็นจะต้องมีการศึกษาในรายละเอียด หรือมีการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (Ambient Air Quality) และมีการเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ได้ประกาศใช้ และได้กำหนดวิธีการและเครื่องมือในการตรวจวัดคุณภาพอากาศไว้

นอกจากข้อมูลมลสาร่าง ดๆ ดังกล่าวแล้ว ยังต้องมีการศึกษาทิศทางลม ความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ด้านคุณภาพอากาศ

เมื่อได้ข้อมูลทุติยภูมิดังกล่าวข้างต้นแล้ว จะต้องมีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพอากาศในบริเวณพื้นที่โครงการในช่วงเวลาในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ในรายละเอียดของสภาพการเปลี่ยนแปลงจากในอดีตถึงปัจจุบัน ซึ่งในการวิเคราะห์นี้เพื่อให้ทราบว่าสภาพคุณภาพอากาศในบรรยากาศก่อนจะมีการสร้างโครงการนั้นเป็นอย่างไร มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพจากโครงการ หรือกิจกรรมอื่นใดในบริเวณใกล้เคียงกับบริเวณพื้นที่โครงการหรือกิจการหรือไม่

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ จะศึกษาในรายละเอียดของขั้นตอนหรือวิธีการผลิตของโครงการหรือกิจการ ซึ่งได้มาจากการศึกษาในส่วนรายละเอียดโครงการจะทำให้ทราบว่าดัชนีหลักที่คาดว่าจะก่อให้เกิดผลกระทบด้านอากาศนั้นมีอะไรบ้าง โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วย SPM NOx และ Sox และทราบว่าแหล่งและปริมาณของมลสารที่จะปล่อยออกมานั้นจะมีปริมาณเท่าใด

เมื่อได้ข้อมูลทั้งจากคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ข้อมูลแหล่งขและปริมาณของมลสารที่จะปล่อยออกมาจากโครงการหรือกิจการแล้ว วิธีการวิเคราะห์ที่นิยมและเป็นที่ยอมรับ คือการใช้แบบจำลองทางคณิศาสตร์ เพื่อคำนวณปริมาณมลสารที่จะกระจายไปในบริเวณพื้นที่รอบ ๆ บริเวณโครงการหรือกิจการ โดยผลของการวิเคราะห์นอกจากจะเป็นตารางเปรียบเทียบกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มาตรฐานคุณภาพอากาศต่าง ๆ แล้วยังต้องแสดงในรูปของ Isopleths ของมลสารต่าง ๆ เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนว่า ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศจะเกิดขึ้นในบริเวณใดบ้าง

2) คุณภาพน้ำ

น้ำมีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของประชาชนทุกแห่ง ดังนั้นการวิเคราะห์ผล กระทบสิ่งแวดลอ้ม ไม่ว่าจะเป็นโครงการหรือกิจการประเภทใด คุณภาพน้ำจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำ จึงต้องมีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ในลักษณะขั้นตอนใกล้เคียงกับการเก็บวิเคราะห์คุณภาพอากาศ โดยเริ่มจากการเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณพื้นที่โครงการ และบริเวณใกล้เคียงก่อนเข้าสู่โครงการและหลังออกจากพื้นที่โครงการ ซึ่งจะเน้นแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และใช้เปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ออกโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ได้กำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งไม่ใช่ทะเล เพื่อให้ทราบสภาพที่แท้จริงของคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่โครงการ และพื้นที่โดยรอบ

ในขณะเดียวกันโครงการหรือกิจการต่าง ๆ ทั้งของภาครัฐและเอกชน มิใช่จะมีแผนการก่อสร้างเฉพาะบนแผ่นดินเท่านั้น แต่ยังมีการสร้างโครงการหรือกิจการตามชายฝั่งทะเลหรือในทะเล ซึ่งก็จำเป็นจะต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำหรับคุณภาพน้ำในทะเลเก็เช่นกัน โดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ได้มีการกำหนดประเภทของแหล่งน้ำชายฝั่งทะเล และมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมและป้องกันปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากการพัฒนาโครงการหรือกิจการต่าง ๆ

เมื่อได้ข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ในสภาพปัจจุบันของคุณภาพน้ำผิวดิน รวมถึงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จากการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำจากบริเวณพื้นที่โครงการและบริเวณใกล้เคียงแล้ว จะมีการวิเคราะห์ถึงคุณภาพน้ำในปัจจุบันว่ามีปัญหาด้านมลพิษใดบ้าง โดยพิจารณาจากมาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

ในขณะเดียวกัน จะต้องมีการวิเคราะห์ในรายละเอียดของแหล่งและระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการหรือกิจกรรมที่กำลังทำการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาในรายละเอียด การคำนวณและการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ที่จะปล่อยน้ำทิ้งออกมาจากโครงการหรือกิจการสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ในการตรวจสอบการคำนวณและการออกแบบนี้ ผู้ทำการคำนวณและออกแบบจะต้องมีการเซ็นชื่อกำกับรายการต่าง ๆ ให้ครบถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นผู้มีสิทธิในการออกแบบและคำนวณจริง และผู้ทำการวิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสีย จะพิจารณาคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดที่จะปล่อยออกสู่ลำน้ำธรรมชาติ และจะเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่หน่วยราชการต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ ย่อมจะต้องมีวิธีการที่เป็นมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ ซึ่งทางหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการควบคุมและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม จึงได้กำหนดวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งที่เป็นมาตรฐานเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบ และที่สำคัญห้องปฏิบัติการที่จะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจะต้องได้มาตรฐาน มีนักวิเคราะห์ที่ต้องเซ็นต์รับรองผลการวิเคราะห์ พร้อมการรับรองของหน่วยงานนั้น ๆ ซึ่งในปัจจุบันมีทั้งหน่วยงานของรัฐบาล และเอกชนที่ได้ขึ้นทะเบียนกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น หรือเป็นสถาบันการศึกษาที่เป็นที่ยอมรับ

นอกจากคุณภาพน้ำผิวดินแล้ว คุณภาพน้ำใต้ดินก็เป็นส่วนที่จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ เพราะคุณภาพน้ำบาดาลโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ห่างไกล จะใช้สำหรับทั้งอุปโภคและบริโภค และที่สำคัญที่จะต้องมีการตรวจสอบคือการทิ้งกากของเสียจากโครงการหรือกิจการทั้งหลายอาจจะถูกน้ำฝนไหลชะเอาสารเคมีที่ตกค้างอยู่ซึมลงสู่ใต้ดินไปปะปนกับน้ำบาดาลซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อคุณภาพน้ำบาดาลอย่างมากต่อไปในอนาคต

การทิ้งหรือปล่อยน้ำทิ้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ก็ต้องมีการตรวจสอบตลอดเวลาดังได้กล่าวมาแล้ว สำหรับบางโครงการหรือกิจการพยายามหาวิธีการหลบเลี่ยงการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้ง จึงพยายามปล่อยน้ำทิ้งลงสู่บ่อบาดาลเพื่อเป็นการลดปัญหาการตรวจสอบ ดังนั้นกระทรวงอุตสาหกรรมจึงได้กำหนดมาตรฐาจน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่บ่อบาดาล โดยได้กำหนดเกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่สามารถจะปล่อยน้ำทิ้งลงบ่อบาดาลได้ ซึ่งการกำหนดมาตรฐานเช่นนี้เป็นการควบคุมและป้องกันการเกิดการเน่าเสียและมีมลพิษปะปนในน้ำบาดาล เพราะเมื่อน้ำไหลกระจายไปตามระดับชั้นน้ำบาดาล ประชาชนที่ใช้น้ำบาดาลสำหรับการอุปโภคบริโภค หรือโครงการหรือกิจการอื่น ๆ ใกล้เคียงอาจจะนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ จะกลายเป็นปัญหาที่ยากต่อการป้องกันและแก้ไข

จากการวิเคราะห์ และประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำทั้งผิวดินและใต้ดินดังกล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนว่า หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการควบคุมมลภาวะทางน้ำได้พยายากำหนดมาตรฐานต่าง ๆ ไว้ค่อนข้างมากและชัดเจน ดังนั้นในส่วนของการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำ จะเป็นการตรวจสอบระบบการบำบัดน้ำเสียของโครงการ ปริมาณของมลพิษที่ปะปนในน้ำทิ้งตามจุดปล่อยน้ำทิ้งต่าง ๆ จากโครงการหรือกิจการ ซึ่งถ้าโครงการหรือกิจการสามารถพิสูจน์ได้ว่า ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดน้ำสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดแล้ว ก็แทบจะไม่มีผกระทบใด ๆ เกิดขึ้นต่อสภาวะแวดล้อมโดยทั่วไป แต่ถ้าโครงการหรือกิจการยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่า ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพพอเพียง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมก็จะต้องแจ้งให้เจ้าของโครงการหรือกิจการได้ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐาน

ถ้าเกิดความไม่แน่ใจว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการ หรือกิจการจะสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือต้องการให้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้ง ผู้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม อาจจะจำเป็นต้องเสนอมาตรการติดตามตรวจสอบเพื่อการป้องกันการปล่อยมลพิษปะปนไปกับน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งเจ้าของโครงการหรือกิจการจำเป็นต้องปฏิบัติตามข้อเสนอแนะดังกล่าว

3) เสียง

มลพิษทางเสียง เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ค่อนข้างสำคัญ และก็เป็นเรื่องที่ประชาชนจะมองข้ามอยู่เสมอ ๆ เนื่องจากความเคยชิน หรืออาจตกอยู่ในสภาวะจำยอม เพราะไม่รู้จะควบคุม ป้องกัน หรือแก้ไขปัญหาอย่างไร ซึ่งในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะมีการวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาและระดับความดังของเสียงที่เกิดจากโครงการหรือกิจการ ตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างเมื่อใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยการทำงาน จนถึงขั้นตอนการผลิดหรือดำเนินงานของโครงการหรือกิจการนั้น ๆ ซึ่งการวิเคราะห์ผลกระทบด้านเสียงจะต้องมีองค์ประกอบหลายด้านดังนี้

อันตรายของเสียงมาจากองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ

- อันตรายจากความดัง (วัดเป็นเดซิเบล, dB)
- อันตรายจากความถี่ (วัดเป็นเฮิร์ทซ์, Hz)

4) ธรณีวิทยา

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านธรณีวิทยา สวนใหญ่แล้วประชาชนโดยทั่วไปแทบจะไม่ให้ความสำคัญ เพราะถือว่าเป็นวิชาการที่ยากต่อการเข้าใจ แต่ในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการหรือกิจการบางประเภทแล้ว ถือว่ามีความสำคัญมาก เพราะสามารถชี้ให้เห็นว่าโครงการหรือกิจการนั้น ๆ มีความเสี่ยงต่อความสำเร็จของโครงการ และโดยทั่วไปแล้วโครงการขนาดใหญ่ ๆ เท่านั้นที่จะเน้นการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านธรณีวิทยา เช่น โครงการสร้างเขื่อน โครงการชลประทาน โครงการสร้างสนามบินพาณิชย์ โครงการทำเหมืองแร่ เป็นต้น

การิวเคราะห์ด้านธรณีวิทยา จำเป็นต้องมีผู้เชียวชาญในสาขานี้โดยเฉพาะเป็นผู้วิเคราะห์ เพราะจะต้องมีการศึกษาในรายละเอียดลักษณะทั่ว ๆ ไปของธรณีวิทยา ภายใต้พื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โครงการ และพื้นที่ใกล้เคียง โดยทั่วไปการวิเคราะห์ด้านธรณีวิทยา จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากกรมทรัพยากรธรณี ที่ได้ทำการศึกษารายละเอียดลักษณะธรณีวิทยาไว้เกือบทุกพื้นที่ในประเทศ รวมถึงแนวแตกของหินใต้ดิน (Fault Lines) ซึ่งสามารถก่อให้เกิดแผ่นดินไหวได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ผลกรทบสิ่งแวดล้อมด้านธรณีวิทยา ภายในบริเวณพื้นที่โครงการ ว่าจะมีปัญหาจากการก่อสร้างโครงการหรือไม่เท่านั้น

2.5.3 การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรชีวภาพ

การประเมิน หรือการวิเคราห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรชีวภาพ หรือนิเวศวิทยาจะขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้งโครงการ เพราะถ้าโครงการหรือกิจการตั้งอยู่ในบริเวณเมืองที่มีความหนาแน่นของสิ่งก่อสร้าง ระบบนิเวศหรือทรัพยากรชีวภาพอาจจะไม่ต้องมีการวิเคราห์ใด ๆ ทั้งสิ้น แต่ถ้าโครงการหรือกิจการตั้งอยู่ในบริเวณชนบทที่มีทั้งป่าไม้และแหล่งน้ำ หรือตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ก็จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามประเด็นที่เห็นสมควรว่าจะต้องวิเคราะห์

1) นิเวศวิทยาบนบก

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านนิเวศวิทยา ประเด็นหลักที่จะต้องทำการวิเคราะห์ คือ พืช สัตว์ ซึ่งพืชจะหมายถึงไม้ยืนต้นประเภทต่าง ๆ รวมถึงไม้ล้มลุก และความสมดุลในระบบของพืช ส่วนสัตว์จะหมายถึงสัตว์ป่าและสัตว์ที่มีให้เห็นทั่ว ๆ ไป เช่น นก ลิง แมลง เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปจะวิเคราะห์สภาพนิเวศวิทยาจากข้อมูลทุติยภูมิเป็นหลัก แต่ถ้าเกิดความไม่แน่ใจในข้อมูลเหล่านั้น จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบและสำรวจภาคสนาม

ในส่วนของการวิเคราะห์นิเวศวิทยาป่าไม้ การสุ่มตัวอย่างสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่จริง จะเป็นการยืนยันข้อมูลทุติยภูมิที่ได้รับจากหน่วยราชการ หรือองค์กรเอกชนต่าง ๆ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างที่นิยมใช้คือ วิธีการวางแปลงตัวอย่างหรือที่เรียกว่า แปลงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Quadrat) ซึ่งเป็นการวางแปลงแบบชั่วคราว โดยวิธีการสุ่มและวางแปลนให้มีระยะห่างเท่า ๆ กัน 2 ทิศที่เรียกว่า Stratified Random Sampling กำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่างแปด 8 Quadrat จะเป็นการให้ได้มาซึ่งตัวแทนของประชากร ซึ่งในที่นี้หมายถึง ป่า และในแต่ละ Quadrat จะทำการศึกษาถึงชนิดประมาณ ความหลากหลาย (Abundance) ความหนาแน่น (Density) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) ความถี่ (Frequency) ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

ความหลากหลาย = จำนวนต้นไม้ใน Quadrat นั้น ๆ

ความหนาแน่น = $\frac{\text{จำนวนต้นไม้แต่ละชนิด}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่าง}}$

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ = $\frac{\text{จำนวนต้นไม้แต่ละชนิด x 100}}{\text{จำนวนของต้นไม้ทุกชนิด}}$

ความถี่ = $\frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ไม้ขึ้นอยู่}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}$

ความถี่สัมพัทธ์ = $\frac{\text{ความถี่ของไม้แต่ละชนิด x 100}}{\text{ความถี่ของไม้แต่ละชนิด}}$

การวิเคราะห์ผลกระทบด้านสัตว์ โดยทั่วไปจะเน้นสัตว์ป่าและสัตว์หายาก ซึ่งการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานจะเป็นการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ เล่น กรมป่าไม้ หรือสถานนีวิจัยของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ และสำรวจภาคสนามเพื่อสำรวจสภาพที่แท้จริงที่คาดว่าอาจจะมีสัตว์หลงเหลืออยู่และในขณะเดียวกันจะต้องมีการตรวจสอบสถานที่ตั้งโครงการว่า อยู่ใกล้เคียงกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า หรืออุทยานแห่งชาติใด ๆ ที่กำหนดโดยกฎหมายฉบับต่าง ๆ หรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบนี้เพื่อเป็นการยืนยันว่าในบริเวณพื้นที่โครงการไม่มีสัตว์ป่าขนาดใหญ่ สัตว์ป่าหายาก หรือสัตว์ป่าสงวนตามท้ายพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า

การจัดแบ่งกลุ่มของชนิดสัตว์ จากการสำรวจภาคสนามและการสัมภาษณ์ชาวบ้าน สามารถแบ่งกลุ่มของสัตว์เป็น 4 กลุ่มคือ

1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น กระรอก กระแต กระต่าย เป็นต้น
2. สัตว์ปีกประเภทนก
3. สัตว์เลื้อยคลาน เช่น ตุ๊กแกบ้าน งู กิ้งก่า เป็นต้น
4. สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่น กบ เขียด คางคก เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลการสุ่มตัวอย่างและการคำนวณข้างต้น จะมีผลต่อการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพราะเมื่อมีการสร้างโครงการ อาจจะต้องมีการตัดฟันต้นไม้ในพื้นที่บางพื้นที่ออก ทำให้สูญเสียทั้งไม้ และสัตว์ แต่ถ้าเป็นโครงการที่ใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ เช่นการสร้างอ่างเก็บน้ำ การทำเหมืองแร่ ก็จะเป็นการสูญเสียทรัพยากรด้านป่าไม้และสัตว์ป่าอย่างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะชี้ให้เห็นถึงความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นจากโครงการหรือกิจการ แต่ที่สำคัญมากคือ การสูญเสียดังกล่าวอาจไม่สามารถตีเป็นค่าของตัวเงิน จำทำให้บางครั้งความสำคัญของทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า อาจจะดูมีคุณค่าน้อย เมื่อเทียบกับรายได้ของโครงการหรือกิจการ

2) นิเวศวิทยาในน้ำ

ตคการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในน้ำ จะประเมินทังคุณค่าทางนิเวศวิทยาทางน้ำของแหล่งน้ำ ธรรมชาติและสภาพการประมงหรือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณพื้นที่โครงการและบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง โดยการตรวจสอบข้อมูลทุติยภูมิและการสำรวจภาคสนามที่ได้ทำการสำรวจไว้แล้วในส่วนสภาพปัจจุบัน ของบริเวณพื้นที่โครงการและพื้นที่ใกล้เคียง โดยเริ่มจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างด้านนิเวศวิทยาทางน้ำ ดังรายละเอียดวิธีการเก็บตัวอย่างดังนี้

2.1) การเก็บตัวอย่างแพลงตอน (Plankton) โดยใช้ Plankton Net ขนาด 70 ไมคร่อนช่องตาข่าย (Micromesh Size) ทำการเก็บรักษาตัวอย่างในขวดเก็บตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 10% เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยกล้องจุลทรรศน์ถึงชนิดปริมาณ ของแพลงตอนพืช และแพลงตอนสัตว์

2.2) การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน (Benthos) โดยใช้ตะแกรงร่อนพลาสติก ทำการเก็บตัวอย่างแบบแยก (Grab Sample) จำนวน 5 ครั้งต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างที่ได้นำมารักษาสภาพในน้ำยาฟอร์มาลีน 10 % เพื่อทำการวิเคราะห์ ถึงชนิดของสัตว์หน้าดิน ในห้องปฏิบัติการ

ส่วนปลาจะทำการสอบถามชาวบ้านในบริเวณพื้นที่โครงการ และบริเวณใกล้เคียง รวมถึงเจ้าของหรือผู้ทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งหลาย และอาจรวมถึงถึงการสำรวจภาคสนามถึงชนิดและความหนาแน่นของปลาในแหล่งน้ำ สำหรับพันธุ์ไม้น้ำจะทำการสำรวจภาคสนาม โดยการศึกษาในรายละเอียดชนิดของพันธุ์ไม้น้ำจากการสำรวจ และตรวจสอบกับชาวบ้าน

การวิเคราะห์จะเน้นผลกระทบที่อาจจะเกิดจากโครงการหรือกิจการ ต่อแหล่งน้ำในบริเวณโครงการ และบริเวณใกล้เคียง โดยพิจารณาว่าจะมีตะกอนดิน โลหะหนัก น้ำทิ้ง หรือแร่ธาตุต่าง ๆ แพร่กระจายสู่แหล่งน้ำหรือไม่ เพราะเมื่อมีการปล่อยให้ดิน หิน แร่ธาตุทั้งที่ละลายน้ำหรือไม่ละลายน้ำลงสู่แหล่งน้ำ จะมีผลกระทบต่อเนื่องซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศวิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ อาจจะเกิดกาเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำหรืออาจจะเกิดการตกค้างในห่วงลูกโซ่อาหารในน้ำ ซึ่งผลกระทบต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะยากต่อการประเมินผลกระทบนอกจากการใช้ประสบการณ์ของผู้ชำนาญการด้านนี้เท่านั้น ที่จะสามารถชี้ให้เห็นถึง ที่จะสามารถชี้ให้เห็นถึงความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น

2.5.4 การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

1) การใช้ที่ดิน

เป็นการประเมินลักษณะการใช้ที่ดิน ถ้าลักษณะที่ดินเป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การที่จะเปลี่ยนสภาพการใช้ที่ดินเป็นการสร้างโครงการหรือกิจการ ย่อมไม่ก่อให้เกิดผลกระทบใด ๆ แต่ก็จะต้องพิจารณาช่วงเวลาเมื่อกำลังดำเนินการก่อสร้าง เพราะการปรับแต่งพื้นที่อาจจะก่อให้เกิดปัญหาจากการพัดพาตะกอนดินลงไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ ซึ่งเมื่อมีปริมาณมาก ๆ ก็จะก่อให้เกิดผลกระทบจากลักษณะการใช้ที่ดิน ต่อระบบนิเวศวิทยาโดยเฉพาะในน้ำ

ส่วนในกรณีที่ดินอุดมสมบูรณ์ จำเป็นต้องประเมินผลกระทบด้านการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เพราะเมื่อดินอุดมสมบูรณ์ ประชากรในท้องถิ่นอาจจะได้รับประโยชน์จากการเกษตรกรรม แต่เมื่อเปลี่ยนลักษณะการใช้ที่ดินโดยก่อสร้างโครงการหรือกิจการ ควรจะต้องมีการประเมินมูลค่าความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่งในส่วนใหญ่จะเป็นการยากที่จะคำนวณออกมาในรูปของตัวเงิน

2) การคมนาคมขนส่ง

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะเน้นด้านปริมาณการจราจร เพราะจากข้อมูลสภาพแวดล้อมปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าปริมาณการจราจรมีอยู่จำนวนเท่าใด และคาดว่าจะเพิ่มอีกเท่าใดในอนาคต เมื่อมีโครงการหรือกิจกรรมเกิดขึ้น จะต้องมีปริมาณการจราจรเพิ่มอีกอย่างแน่นอน จากการคำนวณปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นจากการมีโครงการหรือกิจการ จะชี้ให้เห็นอัตราการเพิ่มขึ้นซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพการจราจรในปัจจุบันและในอนาคตอย่างไร โดยคำนวณรถยนต์ที่เพิ่มขึ้น จะต้องมีการคำนวณและประมาณการประเภทของรถ เช่น รถมอเตอร์ไซด์ รถยนต์ 4 ล้อ รถยนต์ 6 ล้อ และรถบรรทุก 10 ล้อ เป็นต้น เมื่อทราบจำนวนรถยนต์ที่จะเพิ่มขึ้นโดยไม่รบกวนสภาพการจราจรในปัจจุบัน ผลกระทบด้านการคมนาคมขนส่งก็มีน้อยมาก แต่ถ้าการจราจรที่เพิ่มขึ้นนี้ต้องใช้เส้นทางที่มีการจราจรแออัดอยู่แล้ว จำเป็นต้องมีพิจารณาเส้นทางอื่นที่สามารถจะรองรับปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการพิจารณาบริเวณเข้า – ออกของโครงการหรือกิจการ ที่ต่อเนื่องกับเส้นทางจราจรสาธารณะ เพราะจุดเข้าออกของโครงการหรือกิจการ ถ้ามี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การออกแบบให้เหมาะสมแล้วจะช่วยลดปัญหาความคับคั่งอันเป็นผลกระทบจากโครงการได้อย่างมาก และจะสามารถลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้

3) แหล่งน้ำ

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อแหล่งน้ำ ทั้งน้ำผิวดิน และใต้ดิน จะเป็นการตรวจสอบความต้องการการใช้น้ำจากแหล่งน้ำของประชาชนและกิจกรรมอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วในบริเวณพื้นที่โดยรอบและใกล้เคียงโครงการหรือกิจการ และความต้องการของการใช้น้ำของโครงการหรือกิจการทั้งในช่วงก่อสร้างและช่วงดำเนินกิจการ ถ้าโครงการหรือกิจการไม่ได้รบกวนหรือแย่งปริมาณความต้องการน้ำตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ประชาชนใช้อยู่ ผลกระทบบสิ่งแวดล้อมจะน้อยมาก แต่เมื่อใดต้องมีการแย่งการใช้น้ำ จะต้องมีการประเมินอย่างละเอียดว่าปริมาณน้ำที่โครงการหรือกิจการต้องการใช้ควรจะนำมาจากแหล่งใด ปริมาณมากน้อยเพียงใด จำเป็นต้องมีระบบเก็บกักน้ำหรือไม่ ขนาดใด ซึ่งการคำนวนเหล่านี้จะสามารถชี้ให้เห็นถึงปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้ โดยการกำหนดช่วงเวลาการเก็บกักน้ำ เช่นเมื่อโครงการหรือกิจการต้องการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ อาทิ ลำธาร ทางโครงการจะต้องทำการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการใช้น้ำของประชาชนในช่วงเวลาฤดูแล้ง และฤดูฝน โดยเมื่อฤดูฝนมีน้ำไหลมามากปริมาณน้ำส่วนเกินจากความต้องการของประชาชนจะมีเท่าใด ในส่วนนี้ทางโครงการหรือกิจการอาจจะสร้างอ่างเก็บน้ำสำหรับเก็บน้ำที่เกินในช่วงฤดูฝน เพื่อให้ได้พอเพียงสำหรับการใช้น้ำตลอดทั้งปี

นอกจากการประเมินปริมาณความต้องการน้ำดังกล่าวข้างต้นแล้ว จะต้องประเมินปริมาณและคุณภาพท้ายน้ำจากโครงการหรือกิจการด้วย เพราะเมื่อโครงการหรือกิจการได้นำน้ำดิบไปใช้แล้วย่อมมีน้ำเสียเกิดขึ้น จากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำทุกโครงการหรือกิจการจะต้อกมีระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อบำบัดแล้วจะต้องปล่อยน้ำทิ้งออกมา โดยทั่วไปจะทิ้งลงในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งอาจจะเป็นลำธารที่มีประชาชนท้ายน้ำใช้สำหรับอุปโภค หรือเพื่อกิจกรรมอื่นๆ ก็ตาม ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมนี้ จะประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อปริมาณและคุณภาพน้ำจากจุดปล่อยน้ำทิ้งตลอดระยะทางทายน้ำ

4) ด้านอื่น ๆ

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ยังมีอีกหลายด้านที่เป็นการบริการสาธารณะต่อประชาชนในบริเวณพื้นที่โครงการ และบริเวณพื้นที่โดยรอบ เช่น ไฟฟ้า ประปา การกำจัดขยะ ระบบบำบัดน้ำเสียรวม เป็นต้น ซึ่งการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะต้องประเมินผลกระทบที่อาจจะเกิดต่อสภาพความต้องการ เมื่อไม่มีและมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โครงการหรือกิจการ โดยอาจจะต้องพิจารณาถึงการสนับสนุนหรือสร้างระบบต่าง ๆ เพิ่มขึ้นให้พอเพียงต่อความต้องการ

2.5.5 การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพชีวิต

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพชีวิต จะประกอบด้วยการประเมินในส่วนของสภาพทางเศรษฐกิจ สังคมและแรงงาน สาธารณะสุข การอพยพ โบราณสถาน แหล่งท่องเที่ยว และความสงบเรียบร้อยของประชาชน ซึ่งการะประเมินนี้จะสามารถแยกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

1) สภาพเศรษฐกิจ สังคม และแรงงาน

การวิเคราะผลกระทบสำหรับโครงการหรือกิจการจะทำการวิเคราะห์ใน 3 ระดับ

1.1) ระดับครัวเรือน

- โอกาสการสร้างงาน
- การเพิ่มขึ้นของราคาที่ดิน
- ความเจริญที่เพิ่มขึ้น
- ผลผลิต
- มาตรการชดเชย
- มาตรการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ

1.2) ระดับหมู่บ้าน

- ความเจริญของท้องถิ่น
- ระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ
- เกิดการจ้างงาน
- การเสียพื้นที่ทำมาหากินของประชากร
- มาตรการชดเชย
- มาตรการป้องกันผลกระทบต่าง ๆ

1.3) ระดับอำเภอและจังหวัด

- ผลต่อการจ้างงาน (Employment Effect)
- ผลต่อรายได้ (Income Effect) ของประชากรในท้องถิ่น
- ผลต่อรายได้ท้องถิ่นและภาครัฐ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ด้านสาธารณสุข

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านสาธารณะสุขนี้ จะเน้นผลกระทบที่อาจจะเกิดจากโครงการหรือกิจการ เช่นคุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำ พาหนะนำโรคในท้องถิ่น การนำโรคจากนอกท้องถิ่น เป็นต้น ซึ่งการวิเคราะห์จะพิจารณาว่าในสภาพแวดล้อมทั่วไปของบริเวณโครงการและบริเวณใกล้เคียง มีระบบการรักษาพยาบาลอย่างไร มีโรคประจำท้องถิ่นอะไร จำนวนการเจ็บป่วยมีเท่าใด ถ้ามีโครงการขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมบริเวณโครงการและพื้นที่ใกล้เคียงและเกิดมีผลกระทบดังกล่าวข้างต้น โรคต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นหรือไม่ การเตรียมการรักษาพยาบาลมีพอเพียงหรือไม่ ซึ่งในการวิเคราะห์นี้จะต้องพยายามคาดการณ์ว่าผลกระทบเลวร้ายที่อาจจะเกิดขึ้นนั้นควรมีอะไรบ้าง สภาพการป้องกันและแก้ไขในปัจจุบันจะมีเพียงพอหรือไม่ เพื่อจะได้เตรียมการล่วงหน้า เพราะที่แน่นอนคือจำนวนประชากรหรือคนงานจากท้องถิ่นอื่นจะต้องเข้ามาในบริเวณท้องถิ่นตั้งแต่เริ่มตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างจนถึงขั้นดำเนินการผลิต

3) การอพยพ

สำหรับโครงการหรือกิจการบางประเภทเท่านั้น ที่จะต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านการอพยพประชากรในบริเวณพื้นที่โครงการออกไปนอกเขตโครงการหรือบริเวณใกล้เคียง ซึ่งในการวิเคราะห์จะต้องพิจารณาในรายละเอียด 2 ส่วนคือ

3.1) การวิเคราะห์ต้นทุนการจ่ายค่าชดเชย ซึ่งจะประกอบด้วยค่าชดเชยที่ทำกินของราษฎรที่ต้องถูกย้ายออก ค่าชดเชยพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้แก่เจ้าของที่ทำกินนั้น และค่าชดเชยอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้น

3.2) การวิเคราะห์แผนการย้ายที่ทำกินของเจ้าของที่ดิน ที่ต้องถูกย้ายออกจากบริเวณโครงการ ซึ่งในการวิเคราะห์แผนการย้าย จะต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดในการเลือกสถานที่ทำมาหากินใหม่ ดังนี้

- ควรมีการคมนาคมที่สะดวก และไม่ควรเป็นเนินเขาที่สูงมากเกินไป
- ควรจะมีแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการเกษตรกรรมอย่างเพียงพอ
- จะต้องไม่ไกลจากหมู่บ้านที่อยู่อาศัยมากนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การอพยพประชาชนออกจากพื้นที่โครงการหรือกิจการ ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมมาก เพราะการที่จะดำเนินการอพยพ จะต้องทำให้ชาวบ้านหรือประชาชนที่ได้รับผลกระทบยอมรับในหลักการนี้ก่อน แล้วจึงพิจารณาถึงค่าชดเชยที่ควรจะมี

มาตรฐานหรือวิธีการคำนวณเป็นตัวเงินที่ชัดเจน เพราะในปัจจุบันได้มีปัญหาการชดเชยต่อประชาชนที่ต้องย้ายหรืออพยพไปที่อื่น ในหลาย ๆ โครงการบางโครงการก็ยังมีปัญหาไม่จบสิ้น

4) ด้านโบราณสถาน โบราณคดี ประเพณี วัฒนธรรม

เมื่อมีโบราณสถาน หรือชุมชนโบราณในบริเวณโครงการหรือบริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการ หรือพื้นที่ใกล้เคียง จะต้องมีการตรวจสอบเพ่อความแน่ชัดว่าสถานที่เหล่านี้ได้ขึ้นทะเบียนกับกรมศิลปากร กระทรวงศึกษาธิการ ไว้แล้วหรือไม่ ถ้าขึ้นทะเบียนแล้ว จะต้องมีการติดต่อกรมศิลปากรเพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไป เพราะโบราณสถานที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้จะมีกฎหมายรองรับและเป็นการยากที่จะเข้าไปดำเนินการใด ๆ แต่ถ้าโบราณสถานที่สำคัญนั้นไม่ได้ขึ้นทะเบียนก็จะต้องติดต่อกรมศิลปากรเพื่อขอเข้าไปดำเนินการในพื้นที่นั้น และจะต้องมีการเสนอรายละเอียดของโบราณสถานพร้อมเสนอมาตรการป้องกันและแก้ไขผลระทบสิ่งแวดล้อม

ในส่วนของประเพณี วัฒนธรรม ถ้าเป็นโครงการขนาดใหญ่จะมีผลกระทบโดยตรงต่อชีวิตความเป็นอยู่อย่างแน่นอน เช่นต้องมีการอพยพย้ายถิ่นไปอยู่ในที่ที่ได้กำหนดไว้เป็นต้นดังนั้นจึงต้องเตรียมการการสืบทอดประเพณีและวัฒนธรรมต่อไป

5) ด้านการท่องเที่ยว

สถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยมีอยู่กระจายทั่วไปทุกแห่งในประเทศ เมื่อมีโครงการหรือกิจการเกิดขึ้นในพื้นที่ใด ก็ย่อมมีผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบต่อแหล่งท่องเที่ยวที่ใกล้ที่สุด เพราะจำนวนนักท่องเที่ยวที่เป็นคนงานหรือพนักงานของโครงการ จะเข้ามาใช้แหล่งท่องเที่ยวนั้น ๆ ในช่วงวันหยุดต่าง ๆ เป็นการเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการ เช่น ขายของที่ระลึก ขายอาหาร เกิดขึ้น แต่ในขณะเดียวกันถ้าแหล่งท่องเที่ยวนั้นไม่สามารถรองรับจำนวนนักท่องเที่ยวที่มากขึ้นได้ ก็จะเป็นปัญหาทางลบสำหรับแหล่งท่องเที่ยวนั้น ไม่ว่าด้านความแออัด ความสกปรกและความปลอดภัย ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำหรับแหล่งท่องเที่ยวบริเวณใกล้เคียงโครงการอย่างละเอียดด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6) ด้านความสงบเรียบร้อย

แต่เดิมประชาชนในท้องถิ่นย่อมอยู่กันอย่างเป็นสุข มีการรู้จักกันอย่างสนิทสนม ต่อมาเมื่อมีโครงการหรือกิจการเกิดขึ้น มีคนงานหรือพนักงานจากท้องถิ่นอื่นเข้ามาทำงาน ผลกระทบต่อประชาชนในท้องถิ่นเดิมอาจเกิดขึ้น เพราะเกิดปัญหาเรื่องคนแปลกหน้า การลักเล็ก

ขโมยน้อยเกิดขึ้น ดังนั้นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ในประเด็นนี้ค่อนข้างชัดเจน เพื่อการเตรียมมาตรการควบคุมและการป้องกันต่อไป

2.5.6 ระบบกลั่นกรองโครงการ

ในระบบการจัดทำการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (IEE) ซึ่งจะต้องดำเนินการพิจารณาโดยหน่วยงานอนุญาต สำหรับโครงการที่จะต้องผ่านระบบการกลั่นกรองและจำเป็นต้องมี IEE หน่วยงานอนุญาตจะต้องให้เจ้าของโครงการหรือกิจการใช้ระบบการจัดทำ IEE ดัชนีที่ต้องวิเคราะห์ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมและตามมาตรการต่าง ๆ โดยจะต้องมีขั้นตอนการดำเนินการตามรายละเอียดดังนี้

1) การชี้ผลกระทบที่สมควรได้รับการประเมิน ซึ่งส่วนใหญ่สามารถภดำเนินการได้ด้วยการใช้รายงานการตรวจสอบผลกระทบ (Checklist) หรือตารางเมตตริก (Matrix) หรือกระบวนการชี้ขอบเขตของการประเมิน (Scoping)

2) การทำนายผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้เทคนิคแผนที่ซ้อน (Map Overlay) เป็นต้น

3) การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (IEE) ถือว่าเป็นการประเมินและตรวจสอบเบื้องต้นเท่านั้น จึงควรใช้กรรมการเฉพาะกิจเป็นผู้วิเคราะห์รายงานเบื้องต้นนี้ ซึ่งจะเป็นการประมาณความสำคัญของผลกระทบที่มีต่อสภาวะแวดล้อม และความสนใจของประชาชนที่มีต่อผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น โดยในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในเบื้อนต้นนี้ควรจะประกอบด้วย

3.1) การชี้องค์ประกอบที่ถือว่ามีคุณค่าอันสำคัญยิ่งของระบบนิเวศ ที่จะนำมาประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับโครงการหรือกิจการ

3.2) การกำหนดลงไปให้ชัดเจนถึงการเปลี่ยนแปลงหที่มีนัยสำคัญขององค์ประกอบที่ถือว่ามีคุณค่าตามข้อ 3.1)

3.3) กำหนดขอบเขตของพื้นที่และเวลา เพื่อควบคุมการศึกษาและวิเคราะห์เพราะเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดวิธีการศึกษา การแปรผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบและการจัดการระดับความสำคัญ

3.4) การพัฒนากลยุทธ์ในการใช้เวลาและทรัพยากร เพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบอย่างมีประสิทธิภาพ

3.5) ประเมินผลกระทบของดัชนีหรือตัวแปรต่าง ๆ อย่างชัดเจน ครอบคลุมประเด็นเดียวกับธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงและระดับของความรุนแรง เวลาของการเกิด และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่วงเวลาที่จะคงอยู่ ตลอดจนการแพร่กระจาย พร้อมระดับความมั่นใจและแน่นอนของการประเมินนั้น ๆ

3.6) การพัฒนามาตรการตรวจสอบ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง โดยการประเมินประสิทธิภาพของระบบการควบคุมผลกระทบ และเพื่อทดสอบความแม่นยำของการทำนายผลกระทบโดยการกำหนดงบประมาณที่จะต้องใช้ให้เหมาะสมและเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบการตรวจสอบเป็นระบบที่ยากต่อการเข้าใจ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิบูลย์ วงศ์กุลธนกิจ (2538) ได้ศึกษาเรื่อง “แนวทางการวางแผนและจัดการแหล่งท่องเที่ยวประเภทแพ จังหวัดกาญจนบุรี” พบว่า ร้อยละ 95 ของนักท่องเที่ยวมีความคิดเห็นว่า ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ เดิมเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด รองลงมาได้แก่ เสียงรบกวน น้ำเสีย การจอดแพ และปัญหาด้านกิจกรรมและสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งครอบคลุมในส่วนของการให้บริการและดูแลด้านสวัสดิภาพความปลอดภัยที่ไม่เพียงพอ

กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม (2517) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ความสกปรกของแม่น้ำแม่กลองอันเป็นผลเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์” พบว่า น้ำแม่น้ำแม่กลองในฤดูฝนที่มีน้ำมาก จะมีคุณภาพน้ำเป็นน้ำชั้น 1 หรือชั้น 2 คือมีคุณภาพดีที่สุดหรือใช้ได้ แต่ในฤดูแล้งซึ่งมีน้ำน้อย โดยเฉพาะตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 เป็นต้นมาน้ำในแม่น้ำมีคุณภาพชั้น 3 หรือ 4 คือเป็นน้ำเน่าเล็กน้อย หรือน้ำเน่า

ปริญญา พรหมมินทร์ (2542) ศึกษาเรื่อง “บทบาทของสมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบลในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์จังหวัดกาญจนบุรี” จากการศึกษาพบว่าสมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบลส่วนใหญ่ มีบทบาทในการส่งเสริการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในระดับไม่ปฏิบัติเลย โดยบทบาทในการส่งเสริมการท่องเที่ยวไม่ขึ้นอยู่กับ อายุ และระดับการศึกษาเนื่องจากส่วนใหญ่มีอายุและระดับการศึกษาใกล้เคียงกัน สำหรับปัญหาที่พบคือ ขาดบุคคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา ขาดการสนับสนุนจากรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ขาดแคลนวัสดุ อุปกรร์สื่อต่าง ๆ ในการให้ความรู้เกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ แก่ประชาชนมัคคุเทศก์ และนักท่องเที่ยว

สุรีพร ภัทราพรนันท์ (2541) “ทัศนคติของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติในจังหวัดกาญจนบุรี” ในการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ระดับปานกลาง โดยมีความรู้เรื่องเป้าหมาย วัตถุประสงค์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ของการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์มากกว่าความรู้เรื่องการจัดการ, การมีส่วนร่วมของประชาชน มีทัศนคติต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในเชิงบวก หรือส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ระดับปานกลางถึงสูง โดยมีทัศคติต่อการให้สิ่งแวดล้อมศึกษาในทางบวกสูงสุด ผลการทดลองความเป็อิสระต่อกัน พบว่าทัศนคติต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของนักท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติของจังหวัดกาญจนบุรี แตกต่างกันตาม สถานภาพสมรส การศึกษา และความรู้เกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ แต่ไม่แตกต่างกันตามภูมิลำเนา เพศ อายุ อาชีพ รายได้ การได้รับข่าวสาร ประสบการณ์การมีส่วนร่วมด้านสิ่งแวดล้อม จำนวนครั้งของการท่องเที่ยวต่อปี และลักษณะการท่องเที่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พันตำรวจเอกทแกล้ว เดชดำรง (2538) ศึกษาเรื่อง “พฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลองของประชาชนในเขตเทศบาลเมืองกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี” จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลองที่ถูกต้องในระดับปานกลาง และตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลองของกลุ่มตัวอย่างได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำแม่กลอง, ความเชื่อในการอนุรักษ์น้ำและแหล่งน้ำ ระยะเวลาที่อยู่อาศัย การรับรู้ข่าวสารและความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์น้ำและแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดความแตกต่างในเรื่องพฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และประสบการณ์ที่เคยเกี่ยวข้องกับปัญหาสังคมก่อให้เกิดความแตกต่างในเรื่องพฤติกรรมในการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาที่ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำแม่กลอง 21 ปี และสูงกว่า กลุ่มที่มีความเชื่อในการอนุรักษ์น้ำและแหล่งน้ำถูกต้องระดับสูง กลุ่มที่เคยมีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลองถูกต้องมากกว่าประชาชนในกลุ่มย่อยอื่น ๆ ในเรื่องเดียวกัน ส่วนตัวแปร เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน การใช้ประโยชน์จากแม่น้ำแม่กลองไม่พบว่ามีความแตกต่างในเรื่องพฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลองแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังพบว่ารายได้เฉลี่ยต่อเดือนและจำนวนสมาชิกในครัวเรือน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลอง ส่วนอายุและระดับการศึกษามีความสัมพันธ์เชิงลบกับพฤติกรรมการอนุรักษ์แม่น้ำแม่กลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved