แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2

เรื่อง การจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน **ระยะเวลา** 8 คาบ (สัปดาห์ที่ 3-4)

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

1. หลักการในการจัดการสิ่งแวดล้อม
2. เทคโนโลยีในการจัดการสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายหลักการต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมได้
2. สามารถยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม
3. สามารถนำเสนอแนวคิดในการแก้ไขและจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ได้

วิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นตอนการสอน
3. ขั้นตอนการสรุป

สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนสำหรับนักศึกษา
2. ใบงาน
3. แบบฝึกหัด
4. ภาพนิ่งประกอบคำบรรยาย

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตความสนใจ ความตั้งใจในการเรียน
2. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในการทำงาน
4. ประเมินผลจากใบงาน
5. ประเมินผลจากการตอบคำถามท้ายบท

บทที่ 2
การจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

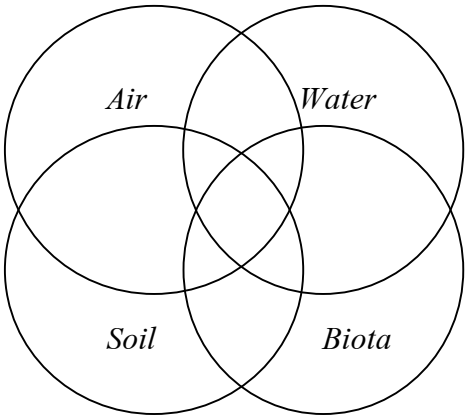
คณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ภาควิชาเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management) เป็นประเด็นที่สำคัญที่ทุกประเทศทั่วโลก เช่น อเมริกา ยุโรป ญี่ปุ่น รวมทั้งไทย ให้ความสนใจเป็นอย่างมากเพื่อที่จะลดปัญหาต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางอากาศ น้ำ และดินซึ่งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้น การจัดการสิ่งแวดล้อมจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ต้องมีการศึกษา วางแผน วิเคราะห์ และนำไปดำเนินการเพื่อที่จะจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งมีแนวโน้มเกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นแล้วเพื่อลดผลกระทบหรือผลเสียหายต่าง ๆ ที่ตามมาอย่างมากมาย ก่อนอื่นการเข้าใจถึงองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมและลักษณะการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่สำคัญ หลังจากนั้นระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management System) สามารถช่วยวางแผนและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้อย่างไร โดยการจัดการสิ่งแวดล้อมจะต้องมีความร่วมมือกันระหว่างเครือข่ายทางธุรกิจ เครือข่ายทางกฎหมาย และเครือข่ายทางความรู้ นอกจากนี้ ในการจัดการสิ่งแวดล้อมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการจัดการที่สูงขึ้น

2.1 องค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Compartments)

สิ่งแวดล้อมของเราโดยทั่วไปจะเป็นพลวัตรหรือมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (Pachana et al., 2010) เมื่อเกิดปรากฏการณ์หรือการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติหรือเกิดกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ สิ่งเหล่านี้จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ แหล่งน้ำ ดิน และสิ่งมีชีวิต เช่น แหล่งอุตสาหกรรมปล่อยสารเคมีต่าง ๆ ออกสู่บรรยากาศ แหล่งน้ำ หรือดิน สารเคมีเหล่านี้จะปนเปื้อน หมุนเวียน และสะสมในองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ บรรยากาศ (Air) แหล่งน้ำ (Water) ดิน (Soil) และสิ่งมีชีวิต (Biota) หรืออาจจะถูกเรียกว่าเส้นทางเดินของการปนเปื้อนทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Contaminant Pathway) หรือกล่าวเป็นภาคพื้นบรรยากาศ (Atmosphere) ภาคพื้นน้ำ (Hydrosphere) ภาคพื้นดิน (Lithosphere) และภาคของสิ่งมีชีวิต (Biosphere) (Walker et al., 2006; ชาลี นาวานุเคราะห์, 2550) เพื่อให้เกิดความชัดเจน เช่น ปัจจุบันนี้สารเคมี ถูกปล่อยจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทั้งแหล่งที่มีจุดกำเนิดแน่นอน (Point Source) และแหล่งที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน (Non-point Source) เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การคมนาคม และชุมชน (Walker

et al., 2006) สารเคมีเหล่านี้ได้ปนเปื้อน สะสม แพร่กระจาย และเคลื่อนที่ในองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม โดยองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2. 1 องค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม
(ที่มา : Gulliver, 2007)

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม (บรรยากาศ-แหล่งน้ำ-ดิน-สิ่งมีชีวิต) จะมีพื้นที่ที่ประสานกันโดยเป็นซับเซตของกันและกัน แต่ละองค์ประกอบมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ได้แก่ บรรยากาศ (เช่น อุณหภูมิ แรงลม ความเข้มของแสง) แหล่งน้ำ (ความลึก อัตราการไหล อุณหภูมิ พีเอช) ดิน (อินทรียวัตถุ อนินทรียวัตถุ) และสิ่งมีชีวิต (พืช สัตว์) จากที่กล่าวมา แต่ละองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติเฉพาะตัว ดังนั้นเส้นทางการปนเปื้อนของสารเคมีจะมีการเปลี่ยนแปลงไปมาเนื่องจากสิ่งแวดล้อมมีความเป็นพลวัตร เมื่อสารเคมีซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ (Physicochemical Property) ที่แตกต่างกันไป เช่น ความเข้มข้น ความเป็นขั้ว (คุณสมบัติการละลายน้ำ) การระเหย การดูดซับ เป็นต้น ถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นเส้นทางใด สารเคมีเหล่านี้จะเกิดพฤติกรรมที่ชอบไปอยู่ในองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น ลดลง หรือคงเดิม ขึ้นอยู่กับชะตา (Fate) ของมัน เนื่องจากการเคลื่อนที่ของสารเคมีเหล่านี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะตัวของมันและคุณสมบัติขององค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม (Pachana et al., 2010) ยกตัวอย่างเช่น โดยทั่วไปบรรยากาศและแหล่งน้ำเป็นทางเข้าของเส้นทางการปนเปื้อนหลักของสารเคมี อนุภาคของสารเคมีอาจจะแพร่กระจายไปสู้พื้นที่ห่างไกลโดยลม เช่น การแพร่กระจายของตะกั่วไปสู่ทะเลเหนือของประเทศอังกฤษ กล่าวคือ เกิดจากแหล่งอุตสาหกรรมของยุโรปตอนใต้ปล่อยสารเคมีลงสู่บรรยากาศหรือดิน เคลื่อนที่โดยบรรยากาศ และดูดซับหรือสะสมในน้ำหรือสิ่งมีชีวิต ดังนั้น การเข้าใจถึงองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมและลักษณะมลพิษต่าง ๆ ที่ถูกปล่อยออกมาเป็นสิ่งสำคัญมากในการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.2 การจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management)

การจัดการสิ่งแวดล้อมหมายถึง กระบวนการกระจายทรัพยากรที่สำคัญที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อสนองความพอใจในการนำสิ่งแวดล้อมไปใช้อย่างเหมาะสม ในการเป็นปัจจัยหลักและปัจจัยรองในอนาคต (เกษม จันทร์แก้ว, 2544) การจัดการสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้ (กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น, 2550)

1) การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน การใช้ทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนจะมีหลักการและวิธีการเฉพาะตัว เช่น ป่าไม้ อากาศ แร่ธาตุ สัตว์ป่า เป็นต้น ผู้จัดการหรือผู้บริหารต้องใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและใช้ทรัพยากรที่ทดแทนได้เฉพาะในส่วนที่สามารถเพิ่มพูน ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไปต้องเกิดของเสียและมลพิษน้อยที่สุด และต้องควบคุมไม่ให้ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไปให้สะอาดปราศจากมลพิษ

2) การกำจัด การบำบัด และฟื้นฟูของเสียและมลพิษ การจัดการสิ่งแวดล้อมอีกลักษณะหนึ่ง คือ การกำจัด การบำบัด และการฟื้นฟูของเสียและมลพิษ หมายถึง การกระทำการใด ๆ ที่สามารถขจัดของเสียและมลพิษให้หมดไปหรือเสื่อมสภาพไปหรือหมดฤทธิ์ เช่น การกำจัดขยะ (ขยะชุมชน ขยะติดเชื้อ และกากของเสียอันตราย) การบำบัดน้ำเสีย และมลพิษต่าง ๆ ในระบบสิ่งแวดล้อม โดยเข้าสู่สภาวะปกติแล้วสามารถสร้างสภาวะปกติของโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมให้ปกติและสุดท้ายสร้างความสมดุลของระบบสิ่งแวดล้อมให้ปรากฏต่อไป

3) การควบคุมกิจกรรม กิจกรรมที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรม เกษตรกรรม หรือชุมชน อาจทำลายโครงสร้างหรือทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งสามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อม หลังจากนั้นกิจกรรมต่าง ๆ ก็จะผลิตของเสียและมลพิษจากเทคโนโลยี ซึ่งจะทำให้ระบบสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงและถูกทำลายไปในที่สุด

ดังนั้น การจัดการสิ่งแวดล้อม คือ การใช้ทรัพยากรหรือการกำจัด การบำบัด และการฟื้นฟูต่อของเสียและมลพิษ หรือเป็นการควบคุมกิจกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งหมด ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามนุษย์สามารถใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมได้แต่ต้องเป็นการใช้แบบยั่งยืน (Sustainability) การใช้ทรัพยากรแต่ละครั้งย่อมสร้างของเสียและมลพิษซึ่งจำเป็นต้องหาทางขจัดให้หมดไป ถ้าคาดว่ามีกิจกรรมใดจะสร้างปัญหาจำเป็นต้องหาทางควบคุมไม่ให้ก่อปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

2.2.1 การวางแผนและการจัดการสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา: แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำบางปะกงเป็นหนึ่งในแม่น้ำ 4 สายหลักที่ไหลลงสู่อ่าวไทย แม่น้ำไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมที่กำลังขยายตัวอย่างกว้างขวาง ผลที่ตามมาคือ มลพิษทางน้ำเนื่องจากการตายของปลาและสัตว์น้ำเป็นจำนวนมากจากปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) หรือการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เกิดเนื่องจากการชะล้างและทิ้งสารอินทรีย์ ธาตุอาหาร ของเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม ปศุสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งชุมชน ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ในรูปของ

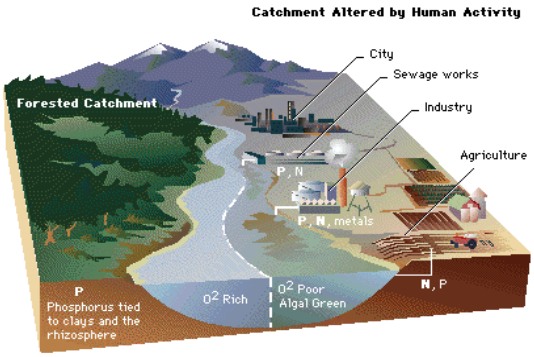
แอมโมเนีย ไนไตรท์ หรือไนเตรท และฟอสฟอรัส (P) ในรูปของฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้นในแม่น้ำ ทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2. 2 การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algal Bloom) หรือยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) (ที่มา : Cloern, 2012)

จากกรณีศึกษานี้อาจกล่าวได้ว่า กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายและพืชน้ำ การตายของสิ่งมีชีวิต และปริมาณออกซิเจนในน้ำที่ลดลง (Holdgate, 1979) ปากแม่น้ำ (Estuary) ก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันทำให้เกิดการตายของปลาและสัตว์น้ำต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.3 ทำให้คุณภาพของน้ำแย่ลง ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ รวมทั้งเกิดกลิ่นเน่าเหม็นก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

ภาพที่ 2. 3 การตายของปลาและสัตว์น้ำอย่างมาก
เนื่องจากยูโทรฟิเคชั่น
(ที่มา : Cloern, 2012)

ดังนั้น การจัดการสิ่งแวดล้อมจำเป็นที่ต้องมีการวางแผนเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบเพื่อเข้าใจถึงสาเหตุหลักของปัญหา ซึ่งเกิดจากการชะล้าง ปล่อยน้ำเสีย ของเสียและธาตุอาหารต่าง ๆ ปัญหาหลัก ๆ คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณสูง (Holdgate, 1979) ถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำและปากแม่น้ำไม่ว่าจะเป็นจากเกษตรกรรม (Agriculture) อุตสาหกรรม (Industry) ระบบระบายน้ำเสีย (Sewage Work) และชุมชนหรือเมือง (City) ดังภาพที่ 2.4



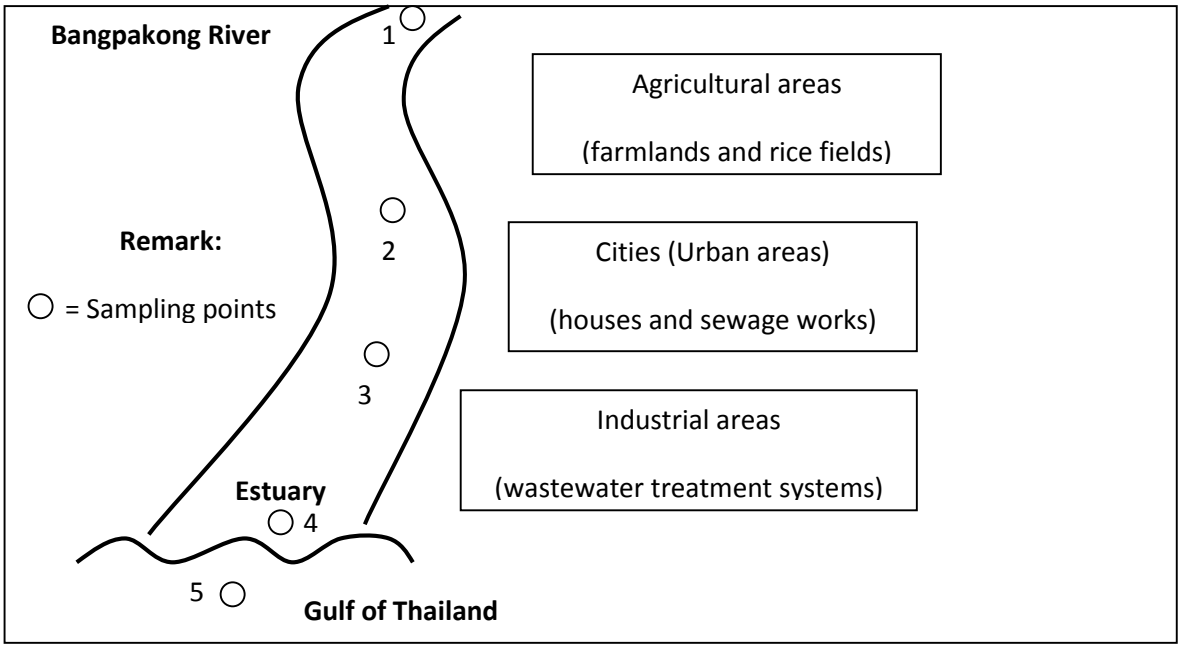
ภาพที่ 2. 4 แหล่งของการเกิดยูโทรฟิเคชั่น (ที่มา : แหล่งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของชาวนคร, 2555)

การวางแผนจัดการสิ่งแวดล้อมควรจะมีการวางแผนเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินเพื่อตรวจวัดโดยครอบคลุมพื้นที่กิจกรรมต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังภาพที่ 2.5 ซึ่งการเก็บตัวอย่างต้องเก็บรอบปี (หรือแต่ละฤดูกาล) เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและกากตะกอนตรงจุดก่อนและหลังกิจกรรมแต่ละประเภทของมนุษย์ คุณภาพน้ำต้องมีการตรวจวัดทั้งทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ดังนี้ (Sawangwong, 2008)

1) พารามิเตอร์ทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิ ความขุ่น เป็นต้น

2) พารามิเตอร์ทางเคมี ได้แก่ แอมโมเนียไนโตรเจน โททอลไนโตรเจน ฟอสฟอรัส บีโอดี ซีโอดี พีเอช ความเป็นด่าง ค่าเหนี่ยวนำไฟฟ้า ความเค็ม เป็นต้น

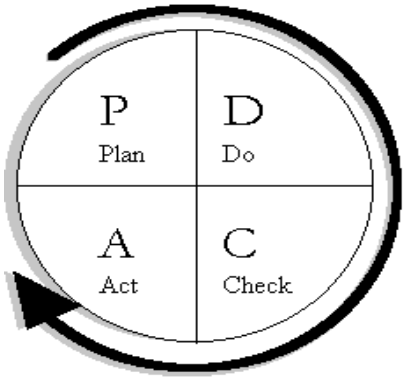
3) พารามิเตอร์ทางชีววิทยา ได้แก่ โททอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นต้น



ภาพที่ 2. 5 จุดเก็บตัวอย่าง (Sampling Points) น้ำและกากตะกอนเพื่อนำมาตรวจวัดคุณภาพ

สำหรับกากตะกอน ค่าพารามิเตอร์ที่ควรศึกษา คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโลหะหนัก นอกจากนั้นควรจะมีการศึกษาความลึก อัตราการไหล อุณหภูมิ เป็นต้น ณ จุดเก็บตัวอย่าง อาจจะรวมถึงความเร็วลม ความชุ่น อุณหภูมิ เป็นต้น หลังจากได้ข้อมูลคุณภาพของน้ำและกากตะกอนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง นำข้อมูลคุณภาพเหล่านี้มาเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจถึงผลของแต่ละกิจกรรม โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม หลังจากนั้นนำข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยเฉพาะค่าธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมาทำการคำนวณโดยแบบจำลอง (Simulation Model) เพื่อคาดการณ์ความเข้มข้นของพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับการเกิดยูโทรฟิเคชั่น และเข้าใจถึงแนวโน้มการเกิด และต่อมาต้องทำการศึกษากิจกรรมของมนุษย์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งแหล่งที่มีจุดกำเนิดแน่นอน (Point Source) ได้แก่ ชุมชนเมืองและแหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน (Non-point Source) ได้แก่ การเกษตรกรรมต่าง ๆ โดยอาจจะมีการตั้งหน่วยงานหนึ่งขึ้นมา ชื่อสำนักงานควบคุมการเกิดยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication Control Office) เป็นหน่วยงานกลางเพื่อทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นผู้นำเกษตรกรของแต่ละพื้นที่ โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน มหาวิทยาลัย เป็นต้น เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจถึงปัญหาการที่เกิดขึ้น รวมทั้งเป็นการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะได้ร่วมมือจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ และที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อให้เกิดความยั่งยืน

2.2.2 การใช้เทคนิค Plan-Do-Check-Act (PDCA) เพื่อจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อม หน่วยงานที่กล่าวมาข้างต้นหรือถูกเรียกว่า “สำนักงานควบคุมการเกิดยูโทรฟิเคชั่น” ต้องประสานความร่วมมือจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ ทักษะ และความคิด รวมทั้งกำหนดนโยบายในการจัดการสิ่งแวดล้อมซึ่งมีความเป็นพลวัตร นอกจากนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ต้องมีการวางแผนเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิค Plan-Do-Check-Act (PDCA) ดังภาพที่ 2.6 (Demmin, 1989)



ภาพที่ 2. 6 เทคนิค Plan-Do-Check-Act (PDCA)
(ที่มา : Demmin, 1989)

1) Plan คือ การวางแผนเพื่อหาปัญหา วิเคราะห์ปัญหา วิธีการแก้ไขเพื่อปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอาจจะใช้แผนผัง (Flowchart) การระดมความคิด (Brainstorming) การมีส่วนร่วมสาธารณะ (Public Participation) เป็นต้น

2) Do คือ การลงมือปฏิบัติโดยมีผู้เชี่ยวชาญดำเนินการจัดการในแต่ละประเด็นปัญหา จากแผนหรือนโยบายในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

3) Check คือ การตรวจสอบผลจากการปฏิบัติหรือการดำเนินการแก้ไขปัญหาอาจจะมีการใช้แบบตรวจสอบการแก้ไขปัญหา (Data Check Sheet) การวิเคราะห์ภาพรวม (Overview Analysis) ผังควบคุม (Control Chart) และข้อบ่งชี้การแก้ไขปัญหา (Key Performance Indicator) เป็นต้น

4) Act คือ การวิเคราะห์การปฏิบัติเพื่อทราบถึงผลการแก้ไขปัญหา ประโยชน์และปัญหาที่เกิดขึ้น โดยอาจจะใช้แผนผังกระบวนการ (Process Mapping) มาตรฐานกระบวนการ (Process Standardization) ข้อมูลที่ตรวจวัดและควบคุม (Controlled Reference Information) หลังจากนั้น นำผลการแก้ไขและปัญหาที่เกิดขึ้นไปวางแผนต่อเพื่อให้เกิดการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างต่อ (Continuously Environmental Management)

2.3 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management System) ในองค์กร

ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมหมายถึง กระบวนการที่ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งระบบการผลิต การจัดส่ง การจำหน่าย และการจัดการกับซากเศษเหลือทิ้ง โดยจะตรวจหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Measurement) ที่เกิดขึ้นจริงกับกระบวนการผลิต คุณภาพตัวสินค้า มาตรฐานด้านสุขภาพอนามัย ความปลอดภัย และสภาพแวดล้อม โดยศึกษาผลโดยตรงทั้งก่อนและหลังการผลิต จะศึกษาโดยรวมทางด้านการทำงานทั้งระบบในองค์กร เชื่อมโยงองค์กรที่เกี่ยวข้อง และจะต้องสามารถทำการเชื่อมโยงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบกับเศรษฐศาสตร์มองอีกในแง่หนึ่ง คือ ต้องพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economics) สังคม (Society) และระบบนิเวศน์ (Ecological System) (เดช เฉิดสุวรรณรักษ์, 2551)

2.3.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco-design) เป็นการวางมาตรฐานการผลิตใหม่โดยจะคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เริ่มต้นการออกแบบ ซึ่งผู้ผลิตต้องศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ว่า จะใช้วัสดุอะไรที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุที่นำมาใช้ต้องใช้พลังงานเท่าไหร่ในการให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบนั้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาปริมาณเท่าไหร่ การขนส่งใช้พลังงานเท่าไหร่ และเมื่อนำมาผลิตสินค้านั้นขณะใช้งานใช้พลังงานเท่าไหร่และสามารถลดการใช้พลังงานได้หรือไม่ รวมทั้งหลังจากใช้งานแล้ว ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปรีไซเคิล (Recycle) ได้ทุกส่วนหรือไม่ ซึ่งการศึกเหล่านี้เรียกว่าการประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle

Assessment: LCA) ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งจากการใช้พลังงาน การกระจายมลพิษ โดยรวบรวมจากกระบวนการของผลิตภัณฑ์หรือการบริการนั้น ๆ หรืออาจเรียกว่าตั้งแต่เกิดจนตายของผลิตภัณฑ์ (Cradle to Grave)

2.3.2 การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Purchasing Network) ซึ่งเป็นการปรับระบบการจัดซื้อ จัดจ้างใหม่ จะต้องคำนึงถึงผู้จำหน่ายที่มานำเสนอ ผลิตภัณฑ์ อะไหล่ชิ้นส่วน หรือวัตถุดิบ เป็นต้น ว่าได้นำเสนอผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ ซึ่งจะต้องรวมถึงวัสดุที่นำมาใช้ผลิต การขนส่ง การใช้งาน และสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ โดยดูทั้งระบบของผลิตภัณฑ์ เมื่อเน้นทางด้านการใช้งานของผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงหลัก 3R คือ การลด (Reduce) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และการรีไซเคิล (Recycle) ซึ่งเป็นกระบวนการในการจัดการกับขยะหรือเศษซากที่เหลือจากการผลิตและการนำไปใช้ โดยเอาขยะหรือเศษซากมาซ่อมแซม ปรับสภาพและนำกลับมาใช้ใหม่ หรือนำมาถอดแยกชิ้นส่วน หรือเป็นวัตถุดิบต่าง ๆ เช่น กระดาษ พลาสติก เหล็ก อลูมิเนียม โลหะผสม เป็นต้น สามารถส่งโรงงานเพื่อนาไปรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

2.3.3 มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในองค์กร ISO 14000 ISO 14000 เป็นมาตรฐานสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กรให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และการขอการรับรองต้องเป็นไปตามความสมัครใจขององค์กร ซึ่งต้องมีการประกาศเป็นนโยบายอย่างชัดเจนและเปิดเผยต่อสาธารณชน ISO 14000 ประกอบด้วยมาตรฐานหลายฉบับ แต่ฉบับที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด คือ ISO 14001 (Environmental Management System) หรือมาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นมาตรฐานเพียงฉบับเดียวในอนุกรม ISO 14000 ที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องได้โดยการออกไปรับรอง (Certificate) เพื่อเป็นการแสดงว่า องค์กรได้มีการดำเนินธุรกิจหรือกิจกรรมที่จะไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม บริษัทหรือโรงงานต่าง ๆ จะนำใบรับรอง ISO 14000 เพื่อใช้แข่งขันกับตลาดโลก เนื่องจากใช้หลักการป้องกันมากกว่าการแก้ที่ปลายเหตุ การแก้ไขปัญหาโดยวิธีการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นตามวิธีที่เคยใช้ได้พิสูจน์แล้วว่าไม่ประสบความสำเร็จ เสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก และต้องประสบปัญหาอื่น ๆ ตามมา ดังนั้น ISO 14000 ถือว่าเป็นมาตรฐานหนึ่งที่นำมาใช้ในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมและทำให้เกิดการดำเนินธุรกิจอย่างยั่งยืน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) หลักการของ ISO 14000 ประกอบดังนี้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

1) นโยบายสิ่งแวดล้อม (Environmental Policy) การจัดการสิ่งแวดล้อมเริ่มด้วยผู้บริหารระดับสูงสุดขององค์กรต้องมีความมุ่งมั่นที่จะดำเนินการอย่างจริงจัง และกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อมขององค์กรขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการอย่างจริงจัง

2) การวางแผน (Planning) เมื่อจัดทำนโยบายสิ่งแวดล้อมแล้ว ต้องวางแผนการดำเนินงานให้สอดคล้องกับนโยบายสิ่งแวดล้อม เช่น การแจกแจงรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ในองค์กรที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แจกแจงข้อกำหนดทางกฎหมายที่องค์กรต้องปฏิบัติ จัดทำ

วัตถุประสงค์และเป้าของกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และจัดทำโครงการสิ่งแวดล้อมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

3) การดำเนินงาน (Implementation) เพื่อให้การดำเนินการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นไปตามแผนที่วางไว้ องค์กรต้องดำเนินการ ได้แก่ กำหนดโครงสร้าง และบุคคลที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ชัดเจน เผยแพร่ให้พนักงานในองค์กรทราบถึงความสำคัญในการจัดการสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการจัดฝึกอบรมความรู้แก่พนักงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งแวดล้อม จัดทำและควบคุมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งแวดล้อม ควบคุมการดำเนินงานต่าง ๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ และการเตรียมสำหรับสถานการณ์ฉุกเฉิน จัดทำแผนการดำเนินการหากมีอุบัติเหตุและซ้อมการดำเนินงานตามแผน

4) การตรวจสอบและแก้ไข (Checking and Corrective Action) เพื่อติดตามและวัดผลการดำเนินงานโดยเปรียบเทียบกับแผนที่วางไว้ แจกแจงสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดและตรวจประเมินการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นระยะ

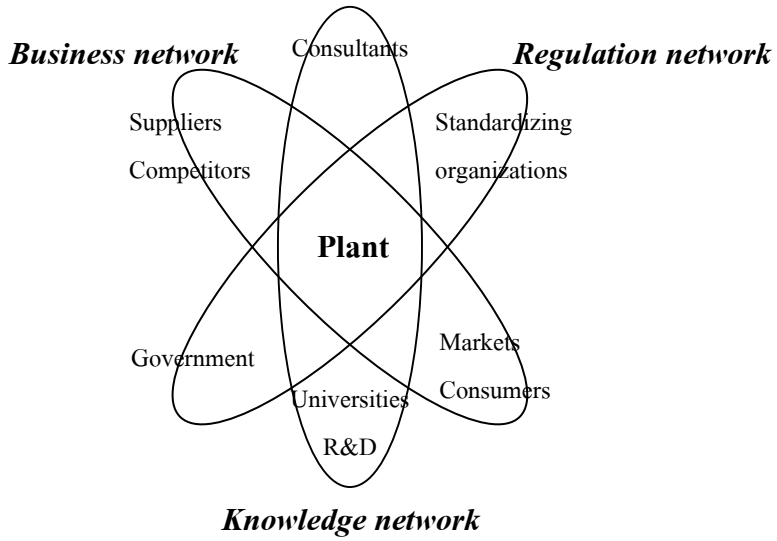
5) การทบทวน (Management Review) ผู้บริหารองค์กรต้องทบทวนระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้การจัดการสิ่งแวดล้อมมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2.3.4 เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) บริษัทหรือโรงงานต่าง ๆ พยายามที่จะลดปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายในโรงงานเองและที่มีต่อชุมชน ซึ่งโดยปกติจะใช้วิธีการระยะสั้นที่เรียกว่า เทคโนโลยีปลายท่อ (End-of-pipe Technology) ซึ่งจะเน้นการบำบัดของเสียที่ถูกผลิตขึ้น จะเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเสียจากอีกรูปหนึ่งไปยังรูปหนึ่ง เช่นการบำบัดน้ำเสียจะก่อให้เกิดกากตะกอนซึ่งเป็นมลพิษเช่นเดียวกัน (Wattanakornsiri et al., 2009) ดังนั้นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาระยะยาว คือ เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) ซึ่งเป็นมาตรการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมากมายเพื่อกำจัดของเสียและมลพิษที่แหล่งกำเนิด และช่วยลดการใช้วัตถุดิบ พลังงานและน้ำ รวมทั้งตระหนักถึงความปลอดภัย (Sittisunthorn et al., 1998) กล่าวคือ เทคโนโลยีสะอาดเป็นเทคโนโลยีการปล่อยมลพิษที่น้อยลง (Less Waste Polluting Technology) เพื่อลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมทั้งสิ่งแวดล้อมการทำงาน ความเสี่ยงและมลพิษที่เกิดจากวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ผู้ขายปัจจัยการผลิต (Supplier) การได้มาซึ่งวัตถุดับ (Raw Material Extraction) การขนส่ง กระบวนการผลิต การใช้ผลิตภัณฑ์ และการกำจัด (Wattanakornsiri et al., 2009)

2.4 เครือข่ายการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Network)

เครือข่ายการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Network) เป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเข้าใจว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (Stakeholders) ส่วนใดมีผลต่อการจัดการ

สิ่งแวดล้อมภายในองค์กรหรือโรงงานอุตสาหกรรม โมเดลความสัมพันธ์ของเครือข่ายของโรงงานอุตสาหกรรมดังภาพที่ 2.7 มีผลต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง



ภาพที่ 2. 7 โมเดลเครือข่ายการจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม
(ที่มา : ปรับจาก Remmen, 1999)

2.4.1 เครือข่ายทางด้านธุรกิจ (Business Network) เครือข่ายนี้เป็นความร่วมมือระหว่างผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย เกี่ยวกับทางเศรษฐกิจและการเงินของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ผู้ขายปัจจัยการผลิต (Supplier) คู่แข่ง (Competitor) ผู้ซื้อ (Buyer) ผู้บริโภค (Consumer) นักลงทุน (Investor) ลูกจ้าง (Employee) สถาบันการเงิน (Monetary Institute) และองค์กรธุรกิจ (Business Organization) โดยทั่วไปรัฐบาลควรเน้นการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับความเสี่ยงต่าง ๆ ของมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อโรงงานอุตสาหกรรมเองและชุมชนเพื่อที่จะเพิ่มความตระหนักทางด้านสิ่งแวดล้อม สิ่งนี้จะช่วยให้เพิ่มความกดดันทางการตลาด (Market Pressure) ให้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.4.2 เครือข่ายทางกฎหมาย (Regulation Network) เครือข่ายนี้เกี่ยวข้องกับหน่วยรัฐบาล (Government) และหน่วยงานอิสระต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมข้อกำหนด กฎหมายทางสิ่งแวดล้อม มาตรฐานการปล่อยมลพิษ มาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรม (Standardizing Organization) ซึ่งมีทั้งระดับท้องถิ่น ภูมิภาค และประเทศ โดยทั่วไปรัฐบาลควรบังคับให้โรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยมลพิษปริมาณมากต้องเสียภาษีให้มากขึ้นตามหลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pay Principle: PPP) ห้ามใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นพิษในกระบวนการผลิต และรัฐบาลควรส่งเสริมและเอาใจใส่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises: SMEs) นอกเหนือจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

2.4.3 เครือข่ายทางความรู้ (Knowledge Network) เครือข่ายนี้เกี่ยวข้องกับหน่วยงานทางการศึกษา วิจัยพัฒนา (Research and Development: R&D) เพื่อที่สนับสนุนข้อมูล สารสนเทศ ความรู้ ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นมหาวิทยาลัย (University) กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (Department of Industrial Promotion) บริษัทที่ปรึกษา (Consultant) เป็นต้น

2.5 เทคโนโลยีเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ การเรียนรู้และเข้าใจธรรมชาติ และคิดค้นวิธีการสร้างเครื่องมือมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นโดยกระบวนการต่าง ๆ วิทยาศาสตร์จึงเป็นการนำเอาความรู้มาใช้เป็นอาวุธเพื่อการเอาชนะความยากลำบาก ความเหน็ดเหนื่อย การสูญเสียเวลา ทรัพยากรและชีวิตที่ลำบากตรากตรำเพื่อให้ชีวิตดีขึ้น สุขกายสบายใจมากขึ้น มีเวลาพักผ่อนหรือทำประโยชน์อย่างอื่นมากขึ้น

2.5.1 องค์ประกอบและรูปแบบของเทคโนโลยี

1) องค์ประกอบของเทคโนโลยี มีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์

1.1) ซอฟต์แวร์ (Software) ได้แก่ ส่วนที่เป็นหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง ที่ได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นนามธรรม มองเห็นได้ยาก จัดเป็นเทคโนโลยีในรูปของวิธีการ กระบวนการต่าง ๆ ความรู้และความมีฝีมือต่าง ๆ และเป็นกระบวนการหรือกลไกการทำงานของเทคโนโลยี

1.2) ฮาร์ดแวร์หรือเทคโนโลยีที่เป็นเครื่องมือ (Hardware) ได้แก่ ส่วนที่เป็นองค์ประกอบที่เป็นรูปธรรม มองเห็น จับต้องได้ จัดเป็นประดิษฐกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นจากความรู้ที่มีอยู่หรือค้นพบ เทคโนโลยีประเภทนี้ช่วยให้มนุษย์ทำงานทุกอย่างได้รวดเร็วและสำเร็จ สามารถนำไปใช้แปรรูปหรือเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ หรืออาจใช้เป็นเครื่องมือเพื่อค้นคว้าวิจัยสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมา เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีให้ก้าวหน้าและเหมาะสมยิ่งขึ้น

ฮาร์ดแวร์อยู่ในรูปของเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ เครื่องมือ อุปกรณ์ โรงงาน เป็นต้น ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยการผลิตสบู่ ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ คือ กระบวนการผลิตสบู่ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ภายใต้สภาวะต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลา เป็นต้น แต่ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ที่สำคัญที่สุดคือ โรงงาน ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ อีกกรณีเช่น เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียที่มาจากอาคารบ้านเรือน ฮาร์ดแวร์ คือ เครื่องตีน้ำหรือกังหัน ส่วนซอฟต์แวร์คือ วิธีการบำบัดที่ใช้การตีน้ำเพื่อช่วยเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำ ทำให้แบคทีเรียที่อยู่ในน้ำใช้ออกซิเจนในการหายใจแล้วแพร่ปริมาณ (จำนวน) มีการกินอาหารที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

2) รูปแบบของเทคโนโลยี เทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ ได้แก่

2.1) รูปแบบของเครื่องจักรกล (Machinery) ได้แก่ เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ก่อให้เกิดพลังงานหรือสร้างงานขึ้น เช่น เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า ฯลฯ

2.2) รูปแบบของกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเดี่ยวหรือหลาย ๆ กลุ่มเทคโนโลยีเช่น การผลิตน้ำดื่ม การแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร การผลิตรถยนต์ ทั้งหมดที่กล่าวถึงนี้ย่อมใช้เทคโนโลยีในการผลิตไม่เท่าเทียมกัน

2.3) รูปแบบหรือชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น มีรูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เช่น ยานยนต์ต่าง ๆ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แต่ละอย่างก็มีรูปแบบและเทคโนโลยีของตนเอง

3) กลุ่มของเทคโนโลยี สำหรับกลุ่มของเทคโนโลยีนั้น เกษม จันทร์แก้ว และคณะ (2545) แบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้

3.1) เทคโนโลยีพื้นฐาน ได้แก่ เทคโนโลยีที่อาศัยความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ระดับอะตอมโมเลกุล

3.2) เทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่ระดับที่คนทั่วไปคุ้นเคย จนถึงเทคโนโลยีการทำอาหารหมักดอง เทคโนโลยีการผลิตแอลกอฮอล์ เทคโนโลยีการขยายพันธุ์พืชด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพ เทคโนโลยีการตัดต่อยีน เป็นต้น

3.3) เทคโนโลยีชีวภาพการแพทย์ ได้แก่ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการรักษา และป้องกันโรคทางการแพทย์ทุกชนิด เช่น เทคโนโลยีการผลิตวัคซีนและยารักษาโรคเอดส์ เทคโนโลยีการรักษาโรคมะเร็ง เป็นต้น

3.4) เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ สารสนเทศ ดาวเทียม (1) ได้แก่ เทคโนโลยีในหมวดเครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ เช่น เทคโนโลยีระบบสื่อสารโทรคมนาคมเทคโนโลยียานยนต์ ไฟฟ้า เทคโนโลยีวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

3.5) เทคโนโลยีเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ สารสนเทศ ดาวเทียม (II) ได้แก่ เทคโนโลยีที่คาดว่าน่าจะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศ และมีการใช้อย่างแพร่หลายในอนาคต เช่น เทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic lnformation System: GIS) เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกล (Remote sensing analysis) เพื่อสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

3.6) เทคโนโลยีโลหะวัสดุและยานยนต์ ได้แก่ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ 2 ประเภท คือ วัสดุโครงสร้างจำพวกเหล็กกล้า โลหะผสม เซรามิก เป็นต้น และวัสดุใช้งานเฉพาะจำพวกเซลล์แสงอาทิตย์ วัสดตัวนำ เซ็นเซอร์ เป็นต้น

3.7) เทคโนโลยีพลังงาน ยานยนต์และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานเทคโนโลยีการนำกลับมาประยุกต์ใช้ใหม่และการรีไซเคิล เทคโนโลยีการบำบัดของเสีย เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น

2.5.2 ประโยชน์และผลกระทบของเทคโนโลยี

1) ประโยชน์ของเทคโนโลยี

1.1) ทำให้ชีวิตมนุษย์ยืนยาวขึ้น เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตยารักษาโรค ความก้าวหน้าทางการแพทย์ สาธารณสุขและโภชนาการ การสร้างเครื่องมือเครื่องใช้

1.2) ทำให้สภาพความเป็นอยู่และสภาพชีวิตดีขึ้น การใช้เทคโนโลยีปรับปรุง/ก่อสร้างอาคารบ้านเรือน/สำนักงานที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกครบครัน ก่อให้คนมีสภาพชีวิตที่ดี การสร้างถนนหนทางแม้ในถิ่นทุรกันดารที่ความเจริญไปไม่ถึง ทำให้คนในชนบทได้รับการช่วยเหลือทางด้านการศึกษา การแพทย์ และอื่น ๆ การเดินทางด้วยรถไฟฟ้า รถไฟใต้ดิน ทำให้สภาพชีวิตที่ต่อสู้กับการจราจรติดขัดสะดวกสบายขึ้น

1.3) ทำให้มีปัจจัยการดำรงชีวิต คุณภาพดีมีปริมาณเพียงพอ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านการเกษตรเกี่ยวกับยีน การตัดต่อพันธุกรรม ทำให้สามารถปรับปรุงพันธุ์สร้างพันธ์พืช พันธุ์สัตว์ชนิดใหม่ที่ให้ทั้งปริมาณและคุณภาพตามความต้องการ การมีเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมสามารถช่วยเพิ่มผลผลิต และก่อให้เกิดสินค้าทางอุตสาหกรรมใหม่ ๆ นอกจากนี้การมีเทคโนโลยีสามารถนำพลังงานที่มีอยู่ใต้พื้นโลกมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือน การคมนาคมขนส่งอุตสาหกรรม ความเป็นอยู่ของมนุษย์จึงดีขึ้น

1.4) ทำให้ขีดความสามารถในการนำและแสวงหาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ เทคโนโลยีทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็วและคุ้มค่า เช่น การใช้เลื่อยไฟฟ้าตัดต้นไม้ การใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมษาติ ทำให้ค้นพบแหล่งและปริมาณทรัพยากรป่าไม้ แร่ธาตุ น้ำมัน และทรัพยากรอื่น ๆ ที่จะนำมาใช้ไนเชิงเศรษฐกิจในทุกพื้นที่

1.5) ช่วยให้มีเครื่องจักร เครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องทุ่นแรง ที่ทดแทนแรงงานคน ทำให้เกิดความสะดวก ทุ่นแรง และเกิดความรวดเร็ว

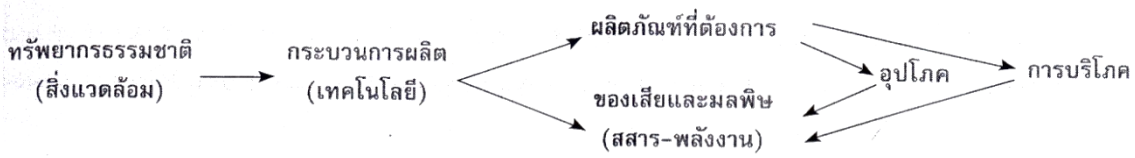
1.6) เกิดความรวดเร็วในการติดต่อสื่อสาร เพราะเทคโนโลยีก่อให้เกิดกระแสแห่งความไร้พรมแดนของข้อมูลข่าวสาร การค้นคว้าหาข้อมูลใช้ระบบอินเทอร์เน็ต การพูดคุยโช้โทรศัพท์ในระยะใกล้ในประเทศระยะไกลข้ามทวีป เป็นต้น เทคโนโลยีจึงทำให้สังคมโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสังคมที่เรียบง่ายกลายเป็นสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

1.7) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะช่วยอนุรักษ์ สร้าง/ปรับปรุงสภาพแวดล้อมทั้งในเมืองและในชนบทให้อยู่ในสภาพดีที่สุดสำหรับการดำรงอยู่ของชีวิตและสังคม ช่วยเตือนภัยอันตรายตลอดจนผลกระทบที่รุนแรงที่จะเกิดขึ้นกับสังคมจากการทำลายสภาพแวดล้อมธรรมชาติ

2) โทษหรือผลกระทบของเทคโนโลยี

2.1) ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติทุกชนิดลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงขั้นเสื่อมโทรม เพราะเทคโนโลยีทำให้ขีดความสามารถในการแสวงหาและนำทรัพยากรธรรมชาติมาให้เพิ่มขึ้น ทำให้คนมีความเป็นอยู่สุขสบาย และมักฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น คนจึงต้องนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการต่าง ๆ การทำลายจึงเกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง ประกอบกับการมีเทคโนโลยีในการผลิตสินค้าได้ในปริมาณมาก การขนส่ง การสื่อสารที่รวดเร็ว ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกนำไปใช้ได้ในทุกส่วนของโลก ดังภาพที่ 2.8

2.2) เกิดมลสารและสารพิษปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม การนาทรัพยากรมาใช้ในกระบวนการผลิตทำให้เกิดขยะ ของเสีย สิ่งปฏิกูล และมลพิษต่าง ๆ จากการผลิด เมื่อนำไปใช้อุปโภคบริโภคก็เกิดขยะ ของเสีย และสารพิษ รวมทั้งมลสารต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อเนื่องทำให้คุณภาพดิน น้ำ อากาศเสื่อมโทรมลง ยกตัวอย่าง เช่น การใช้ปุ๋ย เพิ่มผลผลิตและเพื่อความสมบูรณ์ของดิน ส่งผลกระทบต่อปริมาณแร่ธาตุสารอาหารพืชตกค้างในดินและน้ำมากเกินไป (ไนเตรตและฟอสฟอรัส) ฯลฯ การใช้สารเคมีทางการเกษตรและสารเคมีในชีวิตประจำวัน ทำให้สามารถเพิ่มผลิตได้ปริมาณมาก ประหยัดแรงงานและเวลา ความเป็นอยู่สะดวกสบายขึ้น แต่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศค่อนข้างรุนแรง เช่น ปัญหาสารพัดในห่วงโซ่อาหาร ฯลฯ การใช้ผงซักฟอก ในปริมาณที่ค่อนข้างมากเกินความจำเป็น ประโยชน์คือความสะดวกสบาย แต่มีผลกระทบคือ ทำให้เกิดการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ สาหร่ายและพืชน้ำอื่น ๆ เจริญรวดเร็วเกินไป เกิดยูโทรฟิเคชั่น



ภาพที่ 2. 8 ผลกระทบที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม

2.3) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมในโลกในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Green house effect) การทำลายบรรยากาศชั้นโอโซนที่ช่วยกรองรังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ทำให้เกิดช่องโหว่ของบรรยากาศ รังสีจากดวงอาทิตย์

ชนิดที่ไม่ต้องการมาถึงโลกมากขึ้น โดยมีสาเหตุจากการใช้รถยนต์ ยานพาหนะต่าง ๆ และโรงงานอุตสาหกรม มีประโยชน์ คือ ความสะดวกสบาย ผลิตได้มาก คุณภาพดี ราคาถูก แต่มีผลกระทบคือ สารไฮโดรคาร์บอน (HC) ก๊าซออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO) หมอกควันพิษมีแสง อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น โลหะหนักและของเสียอันตรายต่าง ๆ ทำลายสภาพแวดล้อม

2.4) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ปัญหาด้านกระบวนการผลิตสินค้าและบริการการใช้พลังงาน กระบวนการบริโภคและกำจัดของเสียด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ส่งผลต่อวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของคนในสังคม จากการที่อยู่อาศัยแบบพึ่งพาอาศัยกัน มีน้ำใจ และอัธยาศัยที่ดีต่อกัน ลักษณะดังกล่าวได้ลดลง ตัวอย่างเช่น เดิมการทำนาเกี่ยวข้าวใช้วิธีการลงแขกช่วยเหลือกัน ปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้รถเก็บเกี่ยวแทน เป็นต้น ดังนั้นคนในสังคมต้องดิ้นรนเพิ่มขึ้นเพื่อหาเงินมาซื้อเทคโนโลยีที่เกินความจำเป็นขั้นพื้นฐาน และบางครั้งเกิดการกระทำที่เรียกว่าฟุ่มเฟือยเกินจำเป็น การก่อสร้างถนนหนทาง เขื่อน หมู่บ้านจัดสรร โรงงาน ฯลฯ ขัดขวางทางน้ำตามธรรมชาติ ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม มลพิษทางน้ำ และปัญหาต่อเนื่องอื่น ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ ห่วงโซ่อาหารสมดุลธรรมชาติ ฯลฯ

2.5) ทำให้อัตราการจ้างงานด้วยแรงคนลดลง เทคโนโลยีนอกจากจะเป็นประโยชน์ต่องานอาชีพของมนุษย์ซึ่งจัดเป็นข่าวดีแล้ว ข่าวร้ายที่สำคัญที่สุดคือผลกระทบจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรมต่ออาชีพคนทำงานในโรงงานอตสาหกรรม เพราะเข้ามาแย่งงานทำให้คนเกิด การว่างงานมากขึ้น ในอนาคตอาชีพที่น่าจะถูกแย่งงานอีกคือ อาชีพช่างเทคนิค ซ่อมบำรุง อาชีพคนทำงานในไร่ และอาชีพอื่น ๆ เช่น อาชีพนักล่าสมบัติใต้น้ำ อาชีพคนทำความสะอาดท่อและอุโมงค์ระบาย น้ำเสียใต้ดิน อาชีพคนทำความสะอาดให้ท้องเรือ เป็นต้น (ชัยวัฒน์ , 2545)

2.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสิ่งแวดล้อม

1) บทบาทความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสิ่งแวดล้อม มนุษย์ได้นำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ใช้แก้ปัญหาและอำนวยความสะดวก หรือเพิ่มคุณภาพในการดำรงชีพในทุกรูปแบบทำให้ความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้น แต่ในแง่ลบพบว่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมเลวลง และส่งผลกระทบจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง อันเป็นผลกระทบในวงกว้าง จากนั้นมนุษย์ก็พยายามใช้เทคโนโลยีอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อช่วยเยียวยาสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะลดผลกระทบที่มีตอมนุษย์ให้น้อยลงเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์และมีบทบาทต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1.1) เทคโนโลยีมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นและนำมาใช้อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมอย่างช้า ๆ และมองเห็นไม่ชัด การเปลี่ยนแปลงนั้นอาจมีได้ทั้งทางบวกและทางลบ เช่น การสร้างเขื่อน มีโทษคือ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ป่าไม้ถูกทาลาย ผลทางบวก (ประโยชน์) ก็คือ การมีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์และมีอาหารธรรมชาติของแหล่งน้ำในบริเวณอ่างมากกว่าเดิม แต่การใช้เทคโนโลยีเกินขอบเขตก็สร้าง

ปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์ เช่น กรณีอุทกภัยและแผ่นดินถล่มที่ภาคใต้ เกิดฝนตกหนัก ส่งผลให้กระแสน้ำพัดพาเอาดินโคลน ทราย ท่อนซุง ก้อนหิน ก้อนไหญ่ และต้นไม้ใหญ่ทั้งต้นจากภูเขาลงสู่หมู่บ้านทำลายชีวิต สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินอย่างคาดไม่ถึง ดังภาพที่ 2.9

ภาพที่ 2. 9 ภาพชุมชนและเมรุหลังเกิดอุทกภัยและแผ่นดินถล่มที่อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ ศ. 2531 ที่เกิดเนื่องจากการใช้เทคโนโลยีทำลายป่า

2.2) สิ่งแวดล้อมมีบทบาทต่อการสร้างเทคโนโลยี กล่าวคือ สิ่งแวดล้อมเป็นตัวกำหนดลักษณะการสร้างเทคโนโลยี ซึ่งลักษณะของเทคโนโลยีต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น เช่น ในประเทศที่ขาดแคลนน้ำและไม่เคยทำการเกษตรมาก่อน การให้น้ำแก่พืชจะใช้เทคโนโลยีการให้น้ำพืชด้วยระบบน้ำหยด หรือเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นปริมาณ ขยะมูลฝอยสิ่งปฏิกูลก็เพิ่มขึ้นตาม จึงจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการจัดการขยะมูลฝอย หรือในสภาพพื้นที่เกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด เกิดคลื่นลมพายุ จะต้องใช้เทคโนโลยีที่ประกอบด้วยวัสดุโครงสร้างที่แข็งแรงมั่นคง สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ เช่น อาคารบ้านเรือน จำเป็นต้องมีฐานรากที่มั่นคง นอกจากนี้ จากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการอุปโภคบริโภคของมนุษย์ ทำให้ผู้ผลิตพยายามนำวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมมาเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิด เพื่อให้ทุกขั้นตอนของการผลิตทำลายสิ่งแวดล้อมน้อยลง “เทคโนโลยีสะอาด” จึงเกิดขึ้น มีระบบโฆษณาผลิตภัญฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาดวา “ไม่ทำลายหรือกอให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม” หรือมีเครื่องหมายแสดงในลักษณะต่าง ๆ เช่น รีไซเคิล เป็นต้น

2.5.4 เทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศ

1) การพัฒนาประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อม การพัฒนา คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น การเปลี่ยนแปลงมีแนวทางเดิม 2 แนวทาง ดังนี้ (นิคม และคณะ 2542)

1.1) การเปลี่ยนแปลงที่ไม่คำถึงถึงสภาพแวดล้อม ไม่สัมพันธ์กับวัฒนธรรมดั้งเดิมของเผ่าชน มุ่งแต่ความทันสมัยและมีวิสัยทัศน์ที่คับแคบ ชอบการเสวยสุขเฉพาะคราว ทำให้ชีวิตวิบัติหรือหายนะ

1.2) วิธีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ชีวิตวัฒนาสถาพร เจริญก้าวหน้าโดยรักษาเอกลักษณ์ของตนเองไว้ได้และไม่ทำลายสภาพแวดล้อม มีความสมดุลทางธรรมชาติ และสัมพันธ์กับรูปแบบวิถีชีวิตดั้งเดิม เป็นความสุขที่ยาวนานไม่สิ้นสุด เป็นความเจริญก้าวหน้าแบบสถาพร

องค์ประกอบของประเทศหรือรัฐ มี 2 ส่วน คือ คน และดินแดนอาณาเขต คนหรือประชากร ซึ่งต้องควบคู่เกี่ยวข้องกับสังคม ขนบธรรมเนียม ความต้องการทางเศรษฐกิจ ปัจจัยยังชีพ ตลอดจนประเพณี วัฒนธรรม การศึกษา การพักผ่อนหย่อนใจ การเมืองการปกครอง ส่วนดินแดนอาณาเขต ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติ ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ องค์ประกอบส่วนนี้อาจเรียกว่า ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาที่ดีที่สุดคือการพัฒนาคน เพื่อให้คนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นกว่าเดิม พร้อมกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไป การพัฒนาคนโดยตรงคือการพัฒนาทางความรู้ การให้การศึกษา การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาทางวิชาการกับการอบรมบ่มนิสัย เมื่อคนมีความรู้ความเข้าใจ คิดเป็น ทำได้ ให้เป็น พึ่งตัวเองได้ มีคุณธรรมและมีจิตสำนึกที่ดีด้านสิ่งแวดล้อม เป็นประชากรที่มีคุณภาพ ก็จะสามารถผสมผสานแนวความคิดระหว่างหลักการทางนิเวศวิทยาเพื่อการอนุรักษ์กับหลักการทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อการพัฒนาให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสมกัน เกิดแนวความคิดที่ดีมีการวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสำหรับการพัฒนา ได้ถูกต้องเหมาะสม เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด ผลกระทบที่เกิดจากการพัฒนาน้อยที่สุด หรือแทบไม่มีเลย

การนำทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาใช้เพื่อการพัฒนา 4 ด้าน และทุกด้านส่งผลกระทบสิ่งแวดล้อม ดังนี้

(1) การพัฒนาระบบสาธารณูปโภค ได้แก่ การพัฒนาถนน ไฟฟ้า น้ำประปา โทรศัพท์หรือระบบโทรคมนาคม ระบบซนส่ง ระบบการสื่อสารอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว คล่องตัว จะต้องนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

(2) การพัฒนาทางด้านสิ่งของเครื่องใช้และสิ่งจำเป็นในการดำรงชีพ เป็นการพัฒนาที่ต้องนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ไนการสร้างที่อยู่อาศัย ผลิตเครื่องใช้สอยในบ้านหรือในสำนักงานเครื่องนุ่งห่ม การผลิตอาหาร เครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ

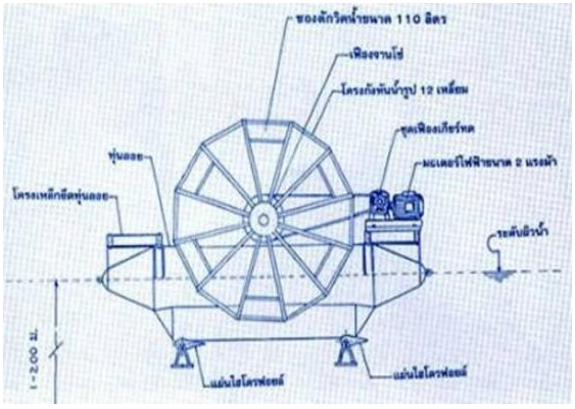
(3) การพัฒนาทางด้านสุขภาพอนามัย จากสถิติที่แสดงถึงอัตราการตายของทารกแรกเกิดและวัยชราที่มีอายุยืนยาวขึ้น ทั้งในและนอกประเทศหรือระดับโลกที่ลดน้อยลง แสดงให้เห็นผลของการพัฒนาและความเอาใจใส่ของรัฐบาลและความเจริญก้าวหน้าทางด้านการแพทย์ของแต่ละประเทศเป็นอย่างดี การพัฒนาและความรู้ด้านโภชนาการอาหาร การดูแลสุขภาพส่วนบุคคลที่ถูกต้อง ทำให้สุขภาพอนามัยของมนุษย์ดีขึ้น อัตราการตายของทารกแรกเกิดลดลง มนุษย์มีอายุยืนยาวขึ้น จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้ประชากรโลกเพิ่มขึ้นมาก ส่งผลต่อเนื่องถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ความเจริญรุดหน้าทางด้านวิทยาการที่ส่งผลกระทบต่อ

คุณภาพสิ่งแวดล้อมจะส่งผลย้อนกลับที่เป็นอันตรายต่อประชาชนเอง ปัญหาโรคภัยไข้เจ็บอุบัติใหม่ก็จะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ

(4) การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี เทคโนโลยีที่เป็นตัวความรู้หรือเป็นตัววิทยาการนั้นเป็นตัวที่มีคุณค่าและเป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมนุษย์ผู้เป็นต้นคิด หรือมนุษย์ผู้ปรับปรุงดัดแปลงทาให้ต้นทุนการพัฒนาทั้ง 3 ด้านที่กล่าวมาสูงขึ้น การนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ และทันสมัยมาใช้ทำให้การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เป็นไปได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ทรัพยากรธรรมชาติร่อยเรือลงในระยะเวลาอันสั้น และเกิดปัญหามลพิษหรือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมแผ่ขยายออกไปเป็นวงกว้าง

2) ความสำคัญและรูปแบบของเทคโนโลยีต่อการพัฒนาประเทศ การมีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่แข็งแกร่ง จำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศไปสู่การอยู่ดีของประชาชน โครงการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม ต่างมีความมุ่งหวังที่จะเพิ่มรายได้ของประชากรและประเทศ เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตในทุกด้าน การพัฒนาประเทศต้องมีเทคโนโลยีช่วย เทคโนโลยีกลายเป็นผู้ใช้ทรัพยากร หรือการใช้เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาแล้วเกิดปัญหามลพิษและส่งผลกระทบตามมาขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็ตาม ต้องช่วยแก้ปัญหาและผลกระทบ อาจกระทำด้วยการบำบัดหรือกำจัดของเสียหรือจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สิ่งแวดล้อมคืนสู่สภาพเดิม ดังภาพที่ 2.10

รูปแบบการใช้เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศนั้นขึ้นกับชนิดของโครงการที่ต้องการพัฒนาว่าจะใช้เทคโนโลยีใดจึงจะเหมาะสม เช่น การพัฒนาสมุนไพรโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ รูปแบบเทคโนโลยีที่ใช้ได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพ (เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช) เพื่อการขยายและปรับปรงพันธุ์ เทคโนโลยีการผลิตและควบคุมคุณภาพ (เครื่องบด เครื่องอัดเม็ด เครื่องอบ เป็นต้น) เทคโนโลยีด้านการจัดการต้นทุน มาตรฐานสินค้าและสิ่งแวดล้อม (การนำของเสีย/สิ่งที่ออกจากกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่) เป็นต้น



ภาพที่ 2. 10 ตัวอย่างร่างรูปแบบและโครงสร้างของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาประเทศ
“กังหันชัยพัฒนา” (ที่มา: กรมวิชาการ, 2541)

2.5.5 เทคโนโลยีที่สำคัญซึ่งมีผลต่อสิ่งแวดล้อม

1) เทคโนโลยีฝนหลวง จากการที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร เสด็จเยี่ยมทุกข์สุขของพสกนิกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าเกิดสภาพแห้งแล้งทั่วพื้นที่ ทั้ง ๆ ที่มีเมฆมาก ทรงมีพระราชดำริว่าน่าจะมีลู่ทางที่จะช่วยให้เกิดการก่อและรวมตัวของเมฆกลายเป็นฝนได้ จึงเกิดโครงการพระราชดำริ “ฝนหลวง” ขึ้น ในระยะเริ่ม แรกเรียกโครงการนี้ว่า “โครงการเพาะเมฆและบังคับเมฆให้เกิดฝน” แต่ระยะแรกคนทั่วไปเรียกว่า ฝนเทียม หรือฝนพระราชทาน ต่อมาประชาชนและทางราชการเรียกว่า “ฝนหลวง” และให้คำนิยามวา ฝนหลวง หมายถึง ฝนที่ทางรัฐบาลจัดให้ เพราะคำว่า หลวง คือ รัฐบาล และหมายถึง องค์พระบาท สมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งทรงพระกรุณาศึกษาติดตามและพระราชทานคำแนะนำเรื่องการจัดทำฝนหลวงทุกครั้ง ช่วงแรกได้เริ่มทดลองปฏิบัติการฝนหลวงโดยเลียนแบบกรรมวิธีของต่างประเทศ แล้วพัฒนากรรมวิธีโดยอาศัยผลการทดลองและปรับเปลี่ยนแผนการทดลองจากการสังเกตเพื่อเป้าหมายคือทำให้เกิดฝนตก จากมติของคณะรัฐมนตรี“ฝนหลวง” จึงเป็นคำเรียกทางราชการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 แต่นิยมเรียกว่า “ฝนเทียม” จนตราบเท่าทุกวันนี้

กรรมวิธีทำฝนหลวง ได้ประยุกต์ใช้จากผลการวิจัยค้นคว้าทางวิชาการด้านการทำฝนเทียมของประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และอิสราเอล จากนั้นก็ปรับประยุกต์เข้ากับสภาพแวดล้อมของไทย โดยใช้สารเคมีแบ่งเป็น 3 กรรมวิธี ตามลักษณะการใช้ ดังนี้

1.1) โปรยก้อนน้ำแข็งแห้ง (dry-ice) และพ่นละอองน้ำเหล้าเข้าสู่ก้อนเมฆ (เลียนแบบต่างประเทศ)

1.2) พัฒนากรรมวิธีตามข้อ 1 โดยใช้สารละลายเกลือแกงเข้มข้นแทนการใช้น้ำเปล่า

1.3) พัฒนากรรมวิธีตามข้อ 2 โดยสร้างม่านความเย็นเหนือพื้นที่เป้าหมายเพื่อกักนำกลุ่มเข้าปกคลุมพื้นที่เป้าหมาย เพิ่มประสิทธิภาพการตกของฝน จากกลุ่มเมฆฝนนั้น ๆ

ต่อมาได้ทดลองใช้เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์: NaCl) ที่บดละเอียดและแห้งสนิทลักษณะคล้ายแป้ง (ต่อมาเรียกเกลือแป้งหลวงหรือสูตร 1) ในปี พ.ศ. 2514 และ 2515 ทดลองใช้ผงสารเคมีแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl) ปฏิบัติการทำลายเมฆและหมอก ในปลายปีเดียวกันได้ทดลองใช้สารละลายยูเรียเข้มข้นเพื่อเร่งบังคับให้ฝนตกเร็วขึ้น (ใช้ขั้นตอนโจมตี) ปี พ.ศ. 25 1 5 ใช้ผงยูเรียแทนสารละลายยูเรียเข้มข้นหรือสูตร 4 และทดลองใช้ผงแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ในขั้นก่อกวนและทดลอง สารเคมีฝนหลวงในลักษณะสารผสม เช่น สารผสมระหว่างผงโซเดียมคลอไรด์ผสมกับผงยูเรียในอัตรา 2 : 1 8 : 1 และ 10 : 1 สารเคมีที่ใช้ปฏิบัติการฝนหลวงในปี 2524 ได้ทดลองใช้ผงแคลเซียมออกไซด์ (CaC_2) หรือสูตร 8 ในขั้นตอนก่อกวน จากปี พ.ศ. 2527-2534 มีการใช้สารเคมีในปฏิบัติการฝนหลวงในปัจจุบัน 8 ชนิด คือ ผงโซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแป้งฝนหลวง (สูตร 1)

น้ำแข็งแห้ง (สูตร 3) ผงยูเรีย (สูตร 4) ผงแคลเซียมคลอไรด์ (สูตร 6) ผงแคลเซียมออกไซด์ (สูตร 8) ผงแคลเซียมคาร์ไบด์ (สูตร 9) ผงแอมโมเนียมไนเตรท (สูตร 19) ผงสูตร ท. 1 (สารละลายเข้มข้นจากกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส)

ในการกำหนดแผนปฏิบัติการระยะแรก ๆ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ดำเนินการและกำหนดขั้นตอนของกรรมวิธีทำฝนหลวงขึ้น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นก่อกวน ขั้นเลี้ยงให้อ้วน และขั้นโจมตี โดยบังคับให้ตกลงในพื้นที่เป้าหมายได้ภายในเวลา 5 ชั่วโมง การดำเนินการดังกล่าวทำให้นักวิชาการฝนหลวงได้แนวทางการดำเนินงาน และต่อมาได้มีการทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นระเบียบและเป็นระบบ ขั้นตอนกรรมวิธีการทาฝนหลวงมี 3 ขั้นตอน มีดังนี้ (สำนักงานปฏิบัติการฝนหลวง, 2535 และศุภวิชญ์, 2541)

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นก่อกวน เป็นขั้นตอนที่สร้างหรือเรื่องให้เมฆก่อตัวด้วยวิทยาการด้านการแปลงสภาพอากาศมาช่วยเป็นการก่อกวนให้เกิดเมฆ โดยการใช้สารเคมีไปกระตุ้นให้มวลอากาศทางด้านเหนือลมของพื้นที่เป้าหมายเกิดการลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเมฆในแนวตั้งปฏิบัติการในเวลาไม่เกิน 10.00 น. ของแต่ละวัน โดยการใช้สารเคมีที่สามารถดูดซับไอน้ำจากมวลอากาศ เมื่อเมฆเริ่มเกิดมีการก่อรวมตัวและเจริญเติบโตทางตั้งแล้ว จึงใช้สารเคมีที่ให้ปฏิกิริยาคายความร้อนโปรยเป็นวงกลมหรือเป็นแนวถัดมาทางใต้ลม เป็นระยะทางสั้น ๆ เข้าสู่ก้อนเมฆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดกลุ่มแกนร่วม (main cloud core) ในบริเวณปฏิบัติการ สำหรับใช้เป็นศูนย์กลางที่จะสร้างกลุ่มเมฆฝนในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนที่เร่งและช่วยให้เมฆรวมตัว โดยโปรยสารเคมีเข้าไปในก้อนเมฆที่กำลังก่อตัวจนมีขนาดใหญ่อิ่มตัวพร้อมจะตกเป็นฝน จัดเป็นระยะที่สำคัญมาก ต้องใช้เทคโนโลยีและประสบการณ์หรือศิลปะแห่งการทำฝนควบคู่ไปพร้อม ๆ กัน ว่าจะตัดสินใจโปรยสารเคมีฝนหลวงชนิดใด ๆ ณ ที่ใดของกล่มก้อนเมฆ และในอัตราใดจึงจะเหมาะสม เพื่อให้กระบวนการเกิดละอองเมฆสมดุลกับความแรงของการเคลื่อนที่ขึ้นถ้างบนซองอากาศ updraft) มิฉะนั้นจะทำให้เมฆสลาย สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนนี้จะเป็นสารที่ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ เช่น เกลือแกง สารยูเรีย น้ำแข็งแห้ง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการโจมตี เป็นขั้นตอนที่เร่งและบังคับให้เมฆเกิดเป็นฝนตกลงมา โดยเมื่อเมฆฝนหนาแน่นพอ ภายในกลุ่มเมฆจะมีเม็ดน้ำขนาดใหญ่มากมาย สังเกตได้เมื่อนำเครื่องบินเข้าไปในกลุ่มเมฆจะมีเม็ดน้ำเกาะตามปีกและกระจังหน้าของเครื่องบิน เพื่อบังคับสภาพอากาศและบรรยากาศโดยรอบก้อนเมฆเพื่อบังคับและเร่งไห้ฝนตกในพื้นที่เป้าหมาย

จะเห็นได้ว่า การทำฝนหลวงหรือการเหนี่ยวรั้งให้ไอน้ำในบรรยากาศกลั่นตัวเกิดเป็นละอองเม็ดน้ำ เมื่อรวมตัวหนาแน่นก็เกิดเป็นเมฆ และการกระตุ้นเร่งเร้าให้เมฆฝนก่อตัวหนาแน่นเพิ่มปริมาณมากขึ้นและเร็วขึ้นจนเกิดเป็นฝนตก วิธีการทำฝนหลวงจึงเป็นวิธีการเติมให้กับทรัพยากร

แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินนอกเหนือจากที่จะได้รับจากธรรมชาติ เทคโนโลยีฝนหลวงนับว่าช่วยแก้ปัญหาความแห้งแล้งได้เป็นอย่างดี

ประโยชน์จากเทคโนโลยีฝนหลวงต่อสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาประเทศ

(1) ด้านเกษตรกรรม ฝนหลวงได้ช่วยเหลือเกษตรกรไทยและลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจโดยส่วนรวมของประเทศไว้ได้เป็นอย่างมาก เช่น ช่วยให้พืชผลเจริญเติบโต ลดการระบาดของศัตรูพืชจากพวกเพลี้ย ตั๊กแตนปาทังก้า เป็นต้น รวมทั้งช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงฝนตกทิ้งช่วง

(2) ด้านการอุปโภคบริโภค เพราะการเพิ่มปริมาณน้ำฝนให้แกเขื่อน อ่างเก็บน้ำ แหล่งน้ำและต้นน้ำลำธารธรรมชาติ ทำให้มีน้ำกินน้ำใช้ในครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชน ตลอดจนการผลิตกระแสไฟฟ้า

(3) ด้านการป่าไม้ ช่วยทำนุบำรุงป่าไม้ ในช่วงที่ฝนตกทิ้งช่วงหรือช่วงฤดูแล้ง ให้มีน้ำหล่อเลี้ยงไม้ให้ต้นไม้เหี่ยวเฉา ความชุ่มชื้นที่ได้รับเพิ่มนั้นยังช่วยลดการเกิดไฟป่าได้อีกด้วย

(4) ด้านสิ่งแวดล้อม ช่วยลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้น้ำเสีย น้ำเน่าในแม่น้ำลำคลองลดลง รวมทั้งช่วยแก้ปัญหาเรื่องน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เมื่อปริมาณน้ำลดลงหรือเหลือน้อยน้ำจะเต็มหรือเรื่อยเนื่องจากใต้ดินมีเกลือสินเธาว์

(5) ด้านการคมนาคมทางน้ำ เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำลดลง บางแห่งตื้นเขิน เช่น ทางน้ำ ในแม่น้ำเจ้าพระยาบางตอน หากฝนตกจะช่วยแก้ปัญหาการคมนาคมขนส่งทางน้ำได้ในระดับหนึ่ง

(6) เพิ่มปริมาณน้ำในเขื่อนภูมิพลและเขือนสิริกิติ์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ทำการพัฒนาด้านต่าง ๆ ไม่เกิดการสะดุด หยดชะงัก และสามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่นมั่นคง

(7) ฝนหลวงได้รับการยอมรับว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ เนื่องจากการจัดการทรัพยากรน้ำของชาตินั้นคือ การแสวงหาแหล่งทรัพยากรน้ำ การพัฒนาและการจัดสรรน้ำที่มีคุณภาพให้กับประชาชนและเกษตรกรในทุกท้องถิ่นของประเทศโดยมีการควบคุมและปรับปรุงการใช้น้ำให้เกิดความประหยัดและมีประสิทธิผลด้วย

2) เครื่องดักหมอก พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้ทรงศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลจากหมอกที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ พบว่าหมอกสามารถกลาย เป็นหยดน้ำได้เมือหมอกปลิวมากระทบก้อนหินแล้วจับตัวเป็นหยดน้ำไหลลงสู่พื้นดินหล่อเลี้ยงต้นไม้ ทำให้ต้นไม้สามารถเจริญงอกงามได้ แนวคิดนี้ได้เคยถูกนำมาใช้ในต่างประเทศและได้ผลดีมาแล้ว เหมาะสมกับภูมิประเทศที่เป็นภูเขาและอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 500 เมตรขึ้นไป การนำไอน้ำในหมอกมาใช้ด้วยเครื่องดักหมอกทำให้เกิดประโยชน์มากมายทางด้านการเกษตร เช่น การปลูกป่า โดยไม่ต้องเอาใจใส่ดูแลรดน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตในที่แห้งแล้ง

ได้ นอกจากนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้ทรงพระราชทานพระราชดำริเพิ่มเติมว่า “แผงดักหมอกนี้สามารถช่วยบังแดดบังลมให้กับต้นไม้ในระยะเริ่มแรกของการปลูกต้นไม้”

3) เทคโนโลยีจีเอ็มโอ จีเอ็มโอ หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ถูกตัดต่อหรือถูกดัดแปลงพันธุกรรม (ยีน) โดยวิธีการตัดเอาของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมาใส่เข้าไปในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่เคยผสมพันธุ์กันได้ในธรรมชาติเพื่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตที่มีคุณลักษณะผิดธรรมชาติ (กรีนพีซเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, มปป.) การตัดต่อพันธุกรรม (GMOS : Genetically Modified Organisms) หมายถึง กระบวนการตัดต่อทางพันธุกรรม โดยการถ่ายเทยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งหรือชนิดเดียวกัน ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตแบบใหม่ การตัดต่อพันธุกรรมบางครั้งอาจใช้ชื่อว่าการดัดแปลงพันธุกรรมหรือพันธุวิศวกรรม

ยีนแบคทีเรีย + ข้าวโพด ⟶ ข้าวโพดที่ผลิตพิษฆ่าแมลงได้ด้วยตัวเอง

ยีนแบคทีเรีย + ถั่วเหลือง ⟶ ถั่วเหลืองที่ทนทานต่อยาปราบวัชพืช

ยีนไวรัส+ มะละกอ ⟶ มะละกอที่โรคไวรัสจุดด่างวงแหวน

ฮอร์โมนของมนุษย์ + ปลา ⟶ ปลาที่โตเร็วและตัวใหญ่ผิดปกติ

เทคโนโลยีจีเอ็มโอ คือ เทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับยีน (Gene หรือหน่วยพันธุกรรม) และดีเอ็นเอ (DNA) เพื่อเปลี่ยนแปลงหรือสร้างพันธุ์ของพืช สัตว์ โดยใช้เทคนิคการตัดต่อยีนเป็นหลัก ได้สิ่งมีชีวิตที่ต่างจากพันธุ์เดิม เช่น มะละกอที่มีความต้านทานต่อโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส มะเขือเทศเก็บไว้ได้นานหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งยังไงมีหลักประกันว่า พืชตัดต่อยีนจะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ และสุขภาพของผู้บริโภค

ประเทศไทยได้นำเทคโนโลยีดังกล่าวมาให้ทางการเกษตร โดยการผลิตพืชต้านทานโรคและแมลง แต่ก็หวั่นเกรงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภคอาหารทั้งระยะสั้นและระยะยาว ผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพต่าง ๆ เช่น อาจหลุดไปยังพืชป่าโดยการผสมข้ามพันธุ์ ทำให้พืชป่ากลายเป็นวัชพืช หรืออาจมียีนหลุดไปยังพืชพันธุ์ที่ปลูกทำให้พันธุ์เปลี่ยนไป ก่อให้เกิดจำนวนพันธุ์พืชที่ปลูกลดลง หรืออาจมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น อาจเป็นอันตรายต่อแมลงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโซ่อาหารในระบบนิเวศ เมื่อมีการคาดการณ์ว่า พืชจีเอ็มโอน่าจะมีผลกระทบอย่างยิ่งต่อสิ่งแวดล้อม หลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยได้มีนโยบายเกี่ยวกับการนำเข้าพืชและอาหารจีเอ็มโอว่าต้องได้รับอนุญาต และผ่านการประเมินความปลอดภัยก่อน และต้องติดฉลากจีเอ็มโอ ในประเทศไทยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดปริมาณการปนเปื้อนของอาหารจีเอ็มโอว่า ควรเป็นร้อยละ 1 หรือร้อยละ 5 คณะกรรมการนโยบายเศรษฐกิจระหว่างประเทศ (กนศ.) ได้มีมาตรการและนโยบายเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2542 คือ ไม่ยินยอมให้นำเข้าเมล็ดพันธ์จีเอ็มโอเพื่อเพาะปลูกในเชิงพาณิชย์ ยกเว้นสำหรับการศึกษาวิจัย และให้หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องได้แก่ กรมวิชาการ การเกษตร กรมปศุสัตว์

กรมประมง และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติมีหน้าที่ตรวจสอบและออกใบรับรองเท่าที่จำเป็นเพื่อช่วยเหลือผู้ส่งออก วันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2543 ได้มีมติให้มีการนำเข้าถั่วเหลืองและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์มนุษย์ หรือเพื่ออุตสาหกรรมได้ แม้ว่าจะมีข้อกังวลและการควบคุมการใช้จีเอ็มโอเพื่อป้องกันผลกระทบก็ตาม ฝ่ายสนับสนุนการใช้จีเอ็มโอได้อธิบายประโยชน์ สรุปได้ดังนี้

(1) ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกร เท่ากับเป็นการเพิ่มผลผลิตอาหารโลก ประเทศกำลังพัฒนาจะได้ประโยชน์

(2) ช่วยลดต้นทุนการผลิต เพราะพืชจีเอ็มโอมีความต้านทานต่อโรคและแมลงสูง ปัญหาการสูญเสียก่อน/หลังการผลิตหรือเก็บเกี่ยวลดน้อยลง

(3) ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิต ก่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น มะเขือเทศที่งอกช้า

(4) ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลงอื่น ๆ

(5) ช่วยลดความเสี่ยงของเกษตรกรต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ฝ่ายคัดค้านการใช้จีเอ็มโอ ได้อธิบายข้อจำกัดและความเสี่ยง (ผลเสีย) ดังนี้

(1) ปัญหาเรื่องทรัพย์สินทางปัญญา เนื่องจากผู้ถือครองสิทธิบัตรส่วนใหญ่คือ บริษัทด้านการเกษตร ของ สหรัฐอเมริกา

(2) ขัดกับคุณธรรมจริยธรรม

(3) ความเสี่ยงต่อสุขภาพพลานามัยของผู้บริโภค เช่น ยีนแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดโปรตีนพิษชนิดใหม่ที่นักวิทยาศาสตรมเคยรู้จักมากอน และกระตุ้นให้เกิดโรคภูมิแพ้ ขณะที่ร่างกายอาจดื้อยาปฏิชีวนะ เนื่องจากในพืชจีเอ็มโอมียีนต้านยาปฏิชีวนะอยู่ด้วย

(4) ความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สร้างแมลงยักษ์ที่แข็งแรงทนทาน เพิ่มการใช้ยาฆ่าแมลง ทำให้เกิดวัชพืชยักษ์ที่ไม่มีใครปราบได้ ทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำลายแมลงที่มีประโยชน์ต่อพืช ทำลายสมดุลธรรมชาติในระบบนิเวศ การถูกนำมาใช้เป็นมาตรการกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่ภาษีในเวทีการค้าโลก

4) เทคโนโลยีการควบคุมและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ กระบวนการกำจัดสารมลพิษที่ปนเปื้อนออกมากับน้ำทิ้งให้หมดไปหรือมีเหลืออยู่น้อยที่สุด โดยใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย กระบวนการกำจัดนาเสียไมมีรูปแบบและกระบวนการที่แน่นอนขึ้นกับแหล่งที่ปลดปล่อยน้ำเสีย หากเป็นโรงงานอตสาหกรรมจะขึ้นกับชนิดของโรงงานเช่น น้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ จะมีสารอนินทรีย์จำนวนมาก ต้องใช้กระบวนการทางเคมีในการกำจัด วิธีออกซิเดชั่น-รีดักชั่น เป็นวิธีการทางเคมีที่ใช้กันมาก ซึ่งการกำจัดต้องเติมสารเคมีลงไปเพื่อให้ทำปฏิกิริยาเติมหรือลดออกซิเจนกับสารประกอบที่ต้องการกำจัดให้สารนั้นเปลี่ยนเป็นรูปสารประกอบอื่นที่ไม่เป็นพิษหรือตกตะกอน

สำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ได้แก่ โรงงานน้ำอัดลม โรงงานกระดาษโรงงานสับปะรดกระป๋อง โรงงานสุรา เบียร์ น้ำตาล น้อยทิ้งที่ปล่อยออกมาจะมีสารอินทรีย์มาก การกำจัดต้องใช้กระบวนการทางชีววิทยา ซึ่งมีหลายแบบ หลายระบบ ซึ่งบางระบบอาจมีเครื่องมือเครื่องจักรกลที่ยุ่งยาก เช่นนี้ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งใช้ในโรงงานเป๊ปซี่ โคล่า แต่บางระบบ เช่น ระบบสระเติมอากาศ (Oxidaion Pond) เป็นระบบที่ง่ายที่สุด พึ่งธรรมชาติมากที่สุด แต่ต้องใช้เนื้อที่มาก ระบบกำจัดน้ำเสียที่เป็นสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา อาจเป็นระบบ Aerated Lagoons ซึ่งใช้กันแพร่หลายมากที่สุดระบบหนึ่ง

การบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชนและโรงพยาบาล น้ำทิ้งจากชุมชนส่วนใหญ่ เป็นน้ำโสโครกที่มีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก การกำจัดน้ำทิ้งจากชุมชนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ การบำบัด/กำจัดขั้นเตรียมการ การบำบัด/กำจัดขั้นต้น การบำบัด/กำจัดขั้นที่สอง และการบำบัด/กำจัดขั้นที่สาม ดังนี้

1) การกำจัดขั้นเตรียมการ ได้แก่ การแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ออกโดยใช้ตะแกรง (Screen) เพื่อไม่ให้สิ่งสกปรกชิ้นใหญ่ ๆ เช่น กรวด ทราย พวกเมล็ตพืธที่ไม่ย่อยสลายไปอุดตันท่อทางระบายน้ำต่าง ๆ ของระบบกำจัด

2) การกำจัดขั้นต้น เป็นการนำน้ำทิ้งมาทำให้ตกตะกอน โดยใช้สารเคมีในการรวมตัวสารที่ตกตะกอนส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่แยกตัวออกจากน้ำทิ้ง และตกลงสู่ก้นบ่อขั้นที่สอง น้ำที่ล้นจากบ่อในการกำจัดชั้นตอนนี้จะไหลสู่การกาจัดั้นที่สองต่อไป

3) การกำจัดขั้นที่สอง ได้แก่ การกำจัดสารอินทรีย์ ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลายหรืออนุภาคคอลลอยด์ การกำจัดให้กระบวนการชีววิทยาแบบต่าง ๆ เช่น Activated Sludge

4) การกำจัดขั้นที่สาม ในกรณีที่ต้องการน้ำทิ้งที่สะอาด สามารถนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ กระบวนการกำจัดที่ใช้เป็นกระบวนการเคมีรวมกับกระบวนการทางฟิสิกส์ เรียกว่าฟิสิกัลเคมี ด้วยการใช้ปูนขาวแยกส่วนประกอบฟอสเฟตออกแล้วกำจัดสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ จากนั้นจะมีการฆ่าเชื้อโรคน้ำที่ได้จะเป็นน้ำทิ้งที่สะอาด

นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีทางสิ่งแวดล้อมอีกเป็นจำนวนมากทีมีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ เทคโนโลยีบางอย่างได้นำเข้ามาจากต่างประเทศ บางอย่างคนไทยผลิตขึ้นด้วยภูมิปัญญาไทย เทคโนโลยีที่นำมาใช้ไนประเทศเพื่อการป้องกัน แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เทคโนโลยีทางการเกษตรสมัยใหม่จำพวกเครื่องกำจัดฝุ่นละออง เครื่องดักจับก๊าซพิษจำพวกซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กระบวนการผลิตและนำแก๊สชีวภาพมาใช้ไนครัวเรือน เป็นต้น

บทสรุป

การจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management) เป็นประเด็นที่สำคัญที่ทุกประเทศทั่วโลกเพื่อที่จะลดปัญหาต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น การจัดการสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ 1. การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน 2. การกำจัด การบำบัด และฟื้นฟูของเสียและมลพิษ และ 3. การควบคุมกิจกรรม กิจกรรมที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรม เกษตรกรรม หรือชุมชน นอกจากนั้นยังสามารถใช้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management System) ในองค์กร ได้แก่ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco-design) การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Purchasing Network) มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในองค์กร ISO เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) สำหรับการใช้เครือข่ายการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Network) ประกอบด้วย เครือข่ายทางด้านธุรกิจ (Business Network) เครือข่ายทางกฎหมาย (Regulation Network) เครือข่ายทางความรู้ (Knowledge Network) เป็นต้น นอกจากนั้นในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อให้สิ่งแวดล้อมมีความยั่งยืน เช่น เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียต่างๆ เทคโนโลยีในการบำบัดมลพาทางอากาศ การฟื้นฟูดินและสภาพแวดล้อม การบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย เป็นต้น เนื่องจากเทคโนโลยีทุกชนิดต้องใช้พลังงานที่เกิดจากทรัพยากรธรรมชาติ จึงก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวด ล้อม แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ทำลายส่งผลต่อโครงสร้างของระบบเครือข่ายทางธรรมชาติอันมีความหลากหลายสลับซับซ้อนทางชีวภาพซึ่งเป็นกระบวนการควบคุมกันเองตามธรรมชาติให้ลดลง ดังนั้น เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตที่ดี มีคุณภาพ ต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ต้องมีกระบวนการบำบัดสิ่งที่จะก่อให้เกิดมลพิษ ต้องทำให้คุภาพชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมดีขึ้นมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเหล่านั้นอย่างสม่ำเสมอว่ายังคงมีประสิทธิภาพจริงหรือไม่เพียงใด

ใบงานที่ 3

คำถามท้ายบทที่ 2

1. จงอธิบายความหมายของคำว่า “การจัดการสิ่งแวดล้อม”
2. จงบอกรูปแบบ หรือลักษณะสำคัญของการจัดการสิ่งแวดล้อม
3. จงอธิบายถึงหลักการวางแผนเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิค PDCA
4. จงอธิบายถึงหลักการของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
5. จงยกตัวอย่างรูปแบบของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในองค์กร พร้อมทั้งอธิบายรูปแบบนั้นพอสังเขป
6. จงอธิบายถึงความสำคัญของเครือข่ายการจัดการสิ่งแวดล้อม
7. จงอธิบายถึงความสำคัญของเทคโนโลยีว่ามีความสำคัญต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างไร
8. เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตที่ดีควรมีลักษณะเป็นอย่างไร
9. จงยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่นำมาใช้เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมมา 1 เทคโนโลยี พร้อมอธิยายถึงเทคโนโลยีนั้นพอสังเขป
10. จงบอกผลกระทบที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม

ใบงานที่ 4

ให้นักศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ “เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม หรือภาวะมลพิษที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน” จากข่าว หรือบทความต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์ และสรุปสาระสำคัญของเทคโนโลยีนั้นว่ามีหลักการอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น. 2550. มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: กรมการปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2555. ISO 14000. [Online]. Available from: www.diw.go.th/iso/iso14000.html.

เกษม จันทร์แก้ว. 2544. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาลี นาวานุเคราะห์. 2550. วิทยาศาสตร์ของโลกทั้งระบบ (Earth System Science). นครปฐม: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชวลิต ศิลปะทอง. หลักการเบื้องต้นการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing). http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/gis_km14/gis_km14(17).pdf

เดช เฉิดสุวรรณรักษ์. 2551. ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (The Environmental Management System). [Online]. Available from: www.tccnature.wordpress.com/2008/01/07ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม/.

แหล่งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของชาวนคร. 2555. ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication). [Online]. Available from: www.nstlearning.com/~km/?cat=22.

Cloern, J. E. 2012. Eutrophication. [Online]. Available from: www.eoearth.org/article/Eutrophication.

Gulliver, J.S. 2007. Introduction to chemical transport in the environment. New York: Cambridge University Press.

Holdgate, M.W. 1979. A perspective of environmental pollution. Cambridge: Cambridge University Press.

Pachana, K., Wattanakornsiri, A. and Nanuam, J. 2010. Heavy metal transport and fate in the environmental compartments. Naresuan University Science Journal, 7, 1-11.

Sawangwong, P. 2008. Handouts for the course of advanced aquatic pollution: Chapter 6 – pollution and self-purification of streams and river. Thailand: Burapha University.

Remmen, A. 1999. Greening of industry–technological and industrial innovations. Denmark: Aalborg University.

Siitisunthorn, P., Reanwattana, P. and Pengpreecha, S. 1998. Research report: feasibility study on clean technology for chemical industry in Thailand. Bangkok: Thailand Environment Institute.

Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibly, R.M. and Peakall, D.B. 2006. Principles of ecotoxicology (3rd ed.). New York: Taylor & Francis.

Wattanakornsiri, A., Nanuam, J., Tongnunui, S. and Pachana, K. (2009). Clean technology: an effective tool for pollution prevention. Journal of Science (Koch-Cha-Sarn), 32, 77-88.