บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎี

2.1 ระบบการชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ RFID (RFID Frequency Identification)

หากมองไปยังอนาคตเมื่อสัญญาการค้าเสรีของ WTO หรือองค์การการค้าโลกเกิดขึ้นอย่างจริงจังและรวมไปถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการจัดตั้งข้อตกลงการค้าเสรี (Free Trade Agreement) หรือ FTA สินค้าทุกประเภทจะกระจายไปยังทั่วทุกมุมโลก เกิดการแลกเปลี่ยนทั้งสินค้าและบริการอย่างที่ไม่เคยเป็นมาก่อน โดยที่ผู้มีอิทธิพลในยุคหน้าจะเป็นใครไปไม่ได้ นอกจากผู้กุมอำนาจในการขนส่งหรือระบบ Logistic และห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ต้นทุนที่ต่ำ ความรวดเร็วถูกต้อง ประสิทธิภาพในการขนส่ง จะเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อที่จะอยู่รอดในตลาดการค้าโลก นอกจากนี้ ด้วยการเปิดเสรีทางการค้า ทำให้หลายประเทศเริ่มมีการดำเนินมาตรการกีดกันทางการค้า เช่นในสหรัฐอเมริกา และกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป ดังนั้นต่อไปสินค้าทุกประเภทที่ส่งไปยังประเทศเหล่านี้ต้องสามารถตรวจสอบที่มาได้ รู้กระบวนการผลิต แหล่งผลิต ไม่เว้นแม้แต่ สินค้าการเกษตรที่เป็นสินค้าส่งออกหลักของประเทศไทย เช่น เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ชำแหละ จะต้องสามารถตรวจสอบย้อนหลังกลับถึงวิธีการเลี้ยง การให้วัคซีน และการให้อาหารอย่างละเอียด (Food Traceability) เพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยในตัวสินค้า การที่จะใช้อุปกรณ์อะไรในการตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาของสินค้า ข้อมูลผลิต ปลายทางของสินค้า และวันหมดอายุ ฯลฯ คำตอบอาจอยู่กับเทคโนโลยีที่เรียกว่ากำลัง ร้อนแรง ที่สุดในทศวรรษนี้คือ Radio Frequency Identification หรือที่เรียกกันว่า RFID เป็นที่ยอมรับอย่างสูงว่า เป็นเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานที่ต้องการบ่งบอกความแตกต่างหรือข้อมูลจำเพาะของแต่ละบุคคล ที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และมีความเป็นอัตโนมัติกว่าระบบตรวจสอบรหัสในระบบ เช่น รหัสแบบแท่ง (Barcode) การใช้งานที่ง่ายและยังเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการเสริมในเชิงพาณิชย์ด้านต่างๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับเทคโนโลยีทางการเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ยังผลให้การขยายตัวของการใช้งาน RFID สูงขึ้นอย่างก้าวกระโดด ดังนั้นจึงได้มีหน่วยงานวิจัยหลายแห่งที่พยายามคิดค้นโครงการที่พัฒนาผลิตภัณฑ์วงจรรวมชิปเดี่ยวเพื่อใช้ในบัตรอัจฉริยะ เพื่อสร้างต้นแบบให้กับผู้ประกอบการ RFID ใน

ประเทศไทย นำไปพัฒนาเชิงพาณิชย์ เป็นการยกระดับขีดความสามารถในการพัฒนา ออกแบบและผลิตอุปกรณ์ด้านวงจรรวม สนับสนุนให้เกิดผลผลิตทางการออกแบบวงจรรวมของสถาบันวิจัยในประเทศ ซึ่งเป็นฐานสำหรับการพัฒนาบุคลากรทางไมโครอิเล็กทรอนิกส์ชั้นสูง ทั้งยังสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างมากให้กับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิกส์

2.1.1 RFID คืออะไร

RFID (บริษัทออมรอนจำกัด,2545,น.5-8) คือระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติ (Automatic Identification) แบบไร้สาย (Wireless) ที่มีระบบการจัดเก็บข้อมูลและแสดงผลถึงลักษณะรายละเอียดของวัตถุทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในระบบนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์สองส่วนคือ ส่วนเครื่องอ่าน (Reader) และส่วนป้ายชื่อ (Tag) โดยการทำงานนั้นเครื่องอ่านจะทำหน้าที่จ่ายกำลังในรูปคลื่นความถี่วิทยุให้กับตัวบัตร ยังผลให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในสามารถส่งข้อมูลจำเพาะที่แสดงถึง “Identity” กลับมาประมวลผลที่ตัวอ่านได้ ดังนั้น RFID เป็นการระบุตำแหน่งของวัตถุ, คน หรือ สิ่งของ โดยอาศัยคลื่นความถี่วิทยุ หลักการนี้ทำให้สามารถทราบได้ว่า วัตถุ, คน หรือสิ่งของนั้นอยู่ที่ตำแหน่งใดภายใต้รัศมีที่สามารถส่งสัญญาณถึงกันได้ โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact-Less) หรือต้องเห็นวัตถุนั้นๆก่อน (Line-of-Sight)

2.1.2 โครงสร้างของ RFID

RFID ประกอบไปด้วยโครงสร้างหลักๆ 3 ส่วน ด้วยกัน คือ แถบ RFID (RFID Tags), เครื่องอ่านแถบ RFID (RFID Readers) และ โปรแกรมการจัดการ RFID (RFID Software Application)

1. แถบ RFID (RFID Tags) หรือ Data Carrier จะเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลต่างๆ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าสิ่งของที่ RFID Tags นี้ติดอยู่คือสินค้าอะไร และรวมถึงรายละเอียดต่างๆ ของสินค้านั้น บางครั้งอาจถูกเรียกว่า เครื่องรับส่งเรดาร์ (Transponder) หรือตัวเก็บข้อมูลที่ไม่ต้องการสัมผัส (Contactless data carriers) แถบ RFID เป็นอุปกรณ์เครื่องมือที่ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นไมโครชิปที่ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลต่างๆ และส่วนที่เป็นเสมือนเสาอากาศที่ใช้ในการส่งข้อมูล RFID Tags มี 2 ประเภทแบ่งตามลักษณะของการจ่ายพลังงานคือ Active tags และ Passive Tags โดยมีคุณสมบัติดังนี้

ตารางที่ 2.1

ประเภทของ RFID Tags

Active Tags	Passive Tags
1.มีพลังงานในตัว	1.ไม่มีพลังงานในตัว (ใช้พลังงานจากเครื่องอ่านแถบ)
2.ระยะในการอ่านไกล (100 เมตร) ทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี	2.ระยะในการอ่านสั้น (1.2 เมตร)
3.สภาพแวดล้อมมีผลน้อยต่อการอ่านข้อมูล	3.มีปัญหาเมื่อนำไปใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่มีสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนสูง
4.ขนาดใหญ่	4.ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
5.ต้นทุนสูง	5.ราคาถูก
6.สามารถทั้งอ่านและเขียนข้อมูล	6.อายุการใช้งานยาวนานประมาณ 20 ปี
7.อายุการใช้งานจำกัดขึ้นกับอายุแบตเตอรี่ประมาณ 2-7 ปี	

2. เครื่องอ่าน (Reader) มีหน้าที่หลัก 2 ส่วน คือ รับคำสั่งจากโปรแกรมการจัดการ RFID (RFID Software Application) และติดต่อส่งถ่ายข้อมูลกับแถบ RFID เครื่องอ่านแถบ RFID โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภท คือ แบบพกพาได้ (Handheld) และแบบติดตั้งอยู่กับที่

3. โปรแกรมการจัดการ RFID (RFID Software Application) มีหน้าที่หลักในการจัดการกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำ RFID เข้าไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆโดยไม่ติดขัด

2.1.3 ประเภทของระบบ RFID

RFID ถูกจำแนกออกเป็นประเภทได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับว่าจะถูกจำแนกจากคุณสมบัติอะไรเช่น ความถี่ที่ใช้งาน ชนิดของ **Tags** หรือขนาดของหน่วยความจำของ **Tags** ที่ใช้

2.1.3.1 เทคโนโลยีที่จำแนกโดยของหน่วยความจำ

2.1.3.1.1 RFID ชนิด 1 บิต (1 Bit Type) RFID ชนิดนี้หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า EAS (Electronic Article Surveillmce) เป็น RFID ที่ใช้ Tags ที่ไม่มีไมโครชิพ RFID ระบบนี้จะตรวจสอบเฉพาะว่ามี Tags อยู่ในพื้นที่สัญญาณหรือไม่ ดั้งนั้นสถานะจึงแสดงเพียงแค่มีหรือ

ไม่มีซึ่งเป็นรหัสดิจิตอล 0หรือ 1 นั่นเอง เนื่องจากการทำงานของ RFID ระบบนี้ง่ายไม่ซับซ้อนและ Tags มีราคาถูกมากระบบจึงถูกนำมาใช้กับการป้องกันสินค้าถูกขโมยในห้างร้านต่างๆ โดยTags จะติดอยู่กับตัวสินค้าหรือซ่อนไว้ข้างหลังบาร์โค้ดอีกทีเครื่องอ่านจะออกแบบเป็นโครงเสาอากาศสูงประมาณ 1-1.2 ม. อยู่ที่ทางออกของห้างร้านนั้นๆ เมื่อสินค้าที่มี Tags ติดอยู่ผ่านบริเวณเสาอากาศนี้ก็จะถูกตรวจจับได้จากการคล้องสัญญาณจากเสาอากาศและ Tags จึงสามารถตรวจจับสินค้าที่ถูกนำออกไปได้ Tagsจะถูกดึงออกหรือใช้เครื่องทำลายความเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เคาน์เตอร์แคชเชียร์เมื่อสินค้าถูกนำมาชำระเงิน ซึ่งเราจะพบเห็นมากในซุปเปอร์มาร์เก็ตหรือดีสเคาน์สโตร์ต่างๆ เช่น คาร์ฟูร์ โลตัส Big C หรือร้านขายเสื้อผ้า CD ต่างๆ เช่น TEN&CO, แมงป่อง ฯลฯ ช่วงความถี่ที่ใช้งานจะเป็นช่วงความถี่ Microwave เนื่องจากระยะในการสื่อสารค่อนข้างไกล (ขนาดระหว่างเสาอากาศ)

2.1.3.1.2 <u>RFID ชนิดหน่วยความจำมากกว่า 1 บิต (Data Carrier Type)</u> RFID ชนิดนี้จะใช้ Tags ที่มีไมโครชิพและหน่วยความจำเป็นส่วนประกอบสำคัญมีราคาสูงกว่า Tags ชนิด EAS โดยบางชนิดสามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรืองานทั่วไปที่ต้องใช้ Tags ในการเก็บข้อมูล ในหนังสือเล่มที่จะอ้างอิงถึงระบบ RFID ที่ใช้ Tags ที่มีหน่วยความจำมากกว่า 1 บิตเท่านั้น

2.1.3.2 <u>RFID ที่จำแนกโดยลักษณะการคล้องของสัญญาณ</u>

2.1.3.2.1 <u>Close Coupling</u> เป็น RFID ที่มีระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลสั้นมากประมาณ 0-1 เซนติเมตร ดังนั้น Tags จะต้องอยู่ใกล้หรือวางอยู่บนเครื่องอ่าน Close Coupling นี้จะสามารถใช้คลื่นความถี่ได้ตั้งแต่ 0 Hz จนถึง 50 MHz เนื่องจากการทำงานของ Tags ไม่อาศัยการส่งพลังงานจากการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องอ่านแต่อาศัยการเหนี่ยวนำเหมือนหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้เกิดพลังงานที่ทำให้วงจรภายใน Tags ทำงานได้ ระบบ Close-Coupling จะนิยมนำมาใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยค่อนข้างสูง แต่ไม่ต้องการติดต่อได้ไกลเช่นประตูอัตโนมัติหรือสมาร์ทการ์ด ไร้สัมผัส (Contactless Smart Cards)

2.1.3.2.2 <u>Remote Coupling</u> เป็นระบบที่มีระยะการอ่าน/เขียนสูงถึง 1 เมตร ระบบนี้จะใช้ หลักการคล้องสัญญาณแบบ Inductive (Magnetic) Coupling ระหว่างเครื่องอ่านกับ Tags ประมาณ90-95% ของระบบ RFID ในปัจจุบันใช้หลักการ Remote Coupling นี้โดยความถี่ที่ใช้งานมีหลายความถี่ตั้งแต่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 13.56 MHz และ 27.125 MHz พลังงานไฟฟ้าจะถูกส่งโดยหลักการแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปให้ Tags ทำให้ Tags ได้รับพลังงานสามารถทำงานได้ ระบบ Remote Coupling นี้ จะพบมากในลักษณะงานอุตสาหกรรม

เช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ อิเล็คทรอนิกส์

2.1.3.2.3 Long Range ระบบนี้จะมีระยะการอ่าน/เขียนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10เมตรหรือบางระบบอาจสูงกว่านี้ความถี่ที่ใช้ในระบบนี้จะเป็นย่านที่มีความถี่สูงมากหรือไมโครเวฟ (Microwave range) ซึ่งปกติที่ความถี่ 2.45 GHz หรือบางครั้งจะพบที่ 915 MHz, 5.8GHz และ 24.125 GHz แต่การส่งพลังงานจากตัวเครื่องอ่านไปยัง Tags ทำได้ยากดังนั้น Tags ที่ใช้งานจะเป็นชนิดที่มีแบตเตอรี่ในตัวซึ่งจะใช้สำหรับเป็นไฟเลี้ยงที่ทำให้ไมโครชิพทำงานและเก็บรักษาข้อมูล ลักษณะงานที่พบเห็นจะเป็นลักษณะงานที่ต้องการการสื่อสารระยะไกล เช่น ในกระบวนการผลิตรถยนต์ ระบบชำระเงินอัตโนมัติของทางด่วน

2.1.3.3 RFID ที่จำแนกตามความสามารถของระบบ

2.1.3.2.1 ระบบอ่านอย่างเดียว(Read Only System) ถือว่าเป็นระบบที่ Low end ที่สุด Tags มีข้อมูลซึ่งจะอยู่ในรูปของ Serial Number และไม่สามารถเขียนข้อมูลใหม่ลงไปได้เหมาะกับงานที่ต้องการอ่านอย่างเดียวเพื่อแยกแยะความแตกต่างของสินค้าหรือบุคคล ระบุชนิดของสินค้า Pallets หรือตู้คอนเทนเนอร์มีราคาต่ำความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ที่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 2.45 GHz

2.1.3.2.2 ระบบอ่านเขียน(Read-Write System) จะจัดอยู่ Mid-range ของระบบ RFID Tags สามารถเขียนข้อมูลซ้ำได้ โดยความจุจะอยู่ที่ 16 ไบต์จนถึงมากกว่า 16 กิโลไบต์ หน่วยความจำที่ใช้จะเป็นชนิด EEPROM หรือ SRAM ความถี่ที่ใช้งานจะเป็น 135 KHz, 13.56 MHz, 27.125 MHz และ 2.45 GHz

2.1.3.2.3 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์(Microprocessor System) ระบบนี้จะจัดอยู่ประเภท High end เพราะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวประมวลผลใน Tags สามารถประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและมี ฟังก์ชันการสร้างรหัสลับ(Cryptological Functions) สามารถนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัยส่วนมากระบบนี้จะใช้ย่านความถี่ที่ 13.56 MHz หน่วยความจำที่ใช้งานจะมีขนาดตั้งแต่น้อยๆ จนถึง16กิโลไบต์และหน่วยความจำจะเป็นชนิด EEPROM

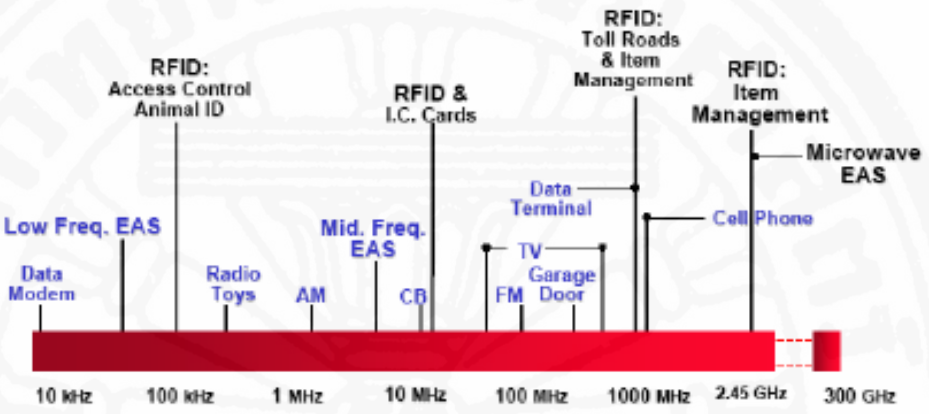
2.1.4 ย่านคลื่นความถี่ที่ใช้ในระบบของ RFID(คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ,2549, น.48)

คลื่นความถี่วิทยุเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างแถบ RFID (RFID Tags) และเครื่องอ่านแถบ RFID (RFID Reader) การเลือกใช้ความถี่วิทยุที่แตกต่างกันจะส่งผลไปถึง

ระยะการส่งถ่ายข้อมูล, ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูล เป็นต้น จึงเหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ต่างๆกันไป

ภาพที่ 2.1

ย่านความถี่ต่างๆของระบบ RFID



จากแผนภาพข้างต้น จะเห็นได้ว่าระบบ RFID ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับทุกๆคลื่นความถี่วิทยุ เนื่องจากช่วงคลื่นความถี่ปัจจุบันได้ถูกนำไปประยุกต์ในงานต่างๆอีกมากมาย เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่, วิทยุ, โทรทัศน์ เป็นต้น การจะนำช่วงคลื่นความถี่ใดๆ มาประยุกต์ใช้กับ RFID ก็ต้องมั่นใจว่าจะไม่ถูกรบกวนจากคลื่นความถี่อื่นๆ

ในปัจจุบันคลื่นความถี่ที่ใช้งานกันในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดการใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารทั่วไป สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้ในระบบ RFID อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ย่านความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่

ตารางที่ 2.2

ความถี่คลื่นวิทยุที่นิยมใช้กับ RFID

ย่านความถี่	ความถี่	ระยะทาง	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency:LF)	125 – 134 kHz	18 นิ้ว	ปศุสัตว์ หรือ ป้ายสินค้า กันขโมยที่อ่านในระยะใกล้ หรือระบบกันขโมยรถยนต์

ย่านความถี่สูง (High Frequency:HF)	13.553 – 13.567 MHz	3 ฟุต อ่านได้เร็ว (10-100 ป้ายต่อวินาที)	ห้องสมุด,สมาร์ทการ์ด ระบบติดตามหนังสือ ระบบปิดเปิดประตู
ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency:UHF)	400 – 1000 MHz	10-30 ฟุต อ่านได้เร็วมาก (100-1000 ป้ายต่อวินาที)	ตู้สินค้า รถบรรทุก แท่นยกสินค้า (pallet)
ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency)	2.45 GHz, 5.8 GHz	> 30 ฟุต	อุปกรณ์ไร้สาย

2.1.5 <u>คุณสมบัติของ RFID</u>

ประโยชน์มากมายที่เทคโนโลยี RFID สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในทุกๆโอกาสแต่ที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือการนำมาใช้ในการติดตามสินค้าแทนการใช้ระบบบาร์โค้ด โดยเทคโนโลยี RFID มีข้อได้เปรียบเหนือกว่าระบบบาร์โค้ดดังนี้

- มีความละเอียด และสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า ซึ่งทำให้สามารถแยกความแตกต่างของสินค้าแต่ละชนิดแม้จะเป็น SKU (Stock Keeping Unit-ชนิดสินค้า) เดียวกันก็ตาม
- ความเร็วในการอ่านข้อมูลจากแถบ RFID เร็วกว่าการอ่านข้อมูลจากแถบบาร์โค้ดหลายสิบเท่า
- สื่อสารได้ทุกทิศทาง เนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าการอ่าน/เขียนในระบบ RFID จึงไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางว่า Tags จะต้องอยู่ตรงหน้ากับเครื่องอ่านเสมอ Tags สามารถอยู่ด้านหลัง ด้านข้างหรือแม้กระทั่งถูกทับอยู่ แต่ถ้าเข้ามาอยู่ในพื้นที่สัญญาณแล้วก็จะสามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้ตามปกติ
- สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อมกันหลายๆแถบ RFID และสามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวก มีระบบ Auto ID น้อยชนิดที่สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวกหรือบางระบบต้องใช้เครื่องอ่าน/เขียนแยกกันต่างหาก เช่น บาร์โค้ด ต้องมีเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านแยกกัน สมาร์ทการ์ดต้องนำ Tags มาสัมผัสกับวงจรอ่าน/เขียนโดยตรง แต่ระบบ RFID ตัวอ่านกับ

ตัวเขียนข้อมูลจะอยู่ในตัวเดียวกันเพียงเปลี่ยนโหมดโดยใช้ซอฟต์แวร์เท่านั้น จึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องอ่านและ เปลี่ยนแปลงข้อมูลอยู่ตลอดเวลาเช่น สายการผลิตอัตโนมัติ

- สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับได้โดยไม่จำเป็นต้องนำไปจ่อในมุมที่เหมาะสมอย่างการใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Non-Line of Sight) จุดเด่นของระบบ RFID คือเครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องสัมผัสทำให้ไม่เกิดส่วนของการสึกหรอเหมือน แถบแม่เหล็ก ทำให้ต้นทุนในการดูแลรักษาต่ำ อายุการใช้งานยาวนานสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน
- ค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 99.5% ขณะที่บาร์โค้ดประมาณ 80%
- สามารถเขียนทับข้อมูลได้ จึงทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ด้วยลักษณะโครงสร้างและความสามารถในการเขียนข้อมูลซ้ำได้ทำให้ Tags สามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตได้มากกว่า 100,000 ครั้งต่อ 1 Tags คุณสมบัติข้อนี้เป็นจุดแข็งอีกจุดหนึ่งที่ระบบ Auto ID ชนิดอื่นไม่สามารถทำได้ซึ่งจะลดต้นทุนของการผลิตป้ายสินค้าซึ่งคิดเป็นประมาณ 5% ของรายรับของบริษัท
- สามารถขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอ่านข้อมูลซ้ำที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบาร์โค้ด
- ความเสียหายของป้ายชื่อ (Tags) น้อยกว่าเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดไว้ภายนอกบรรจุภัณฑ์
- ระบบความปลอดภัยสูงกว่า ยากต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ
- ทนต่อสภาพแวดล้อมและสิ่ งสกปรก ทนทานต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระเทือน ปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการอ่าน/เขียนข้อมูลในระบบ Auto ID ที่แก้ไขลำบากก็คือสภาพแวดล้อมในการใช้งานเช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมมีทั้งฝุ่นละออง น้ำมัน ระบบ Auto ID ที่มีปัญหามากที่สุดคือระบบบาร์โค้ด เพราะถ้าแถบบาร์โค้ดสกปรกหรือฉีกขาดก็จะไม่สามารถอ่านข้อมูลได้หรือถ้าหน้าจอของตัวอ่านสกปรกก็มีปัญหาในการอ่านอีกเช่นกัน แต่ด้วยลักษณะเทคโนโลยีของ RFID ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นพาหะข้อมูลจะพบว่าปัญหาดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อระบบ RFID เลย 100% ดังนั้น RFID จึงเป็นอุปกรณ์ Auto ID ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม
- ลดปริมาณสินค้าคงคลัง เนื่องจากมีความสามารถในการติดตามสินค้าสูง มีประสิทธิภาพสามารถตรวจสอบได้ว่าสินค้านั้นๆ ออกจากต้นทางเมื่อใด ถึงปลายทางเมื่อใด และรวม

ไปถึงลดเวลาในการรับสินค้าคงคลัง ทาง IBM ระบุว่าสามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังได้ถึง 25%

- ลดจำนวนพนักงานรับสินค้า เนื่องจากสามารถอ่านข้อมูลได้ไม่ว่าสินค้าจะมีการจัดวางในลักษณะใดก็ตาม ซึ่ง IBM ระบุว่าลดได้ถึง 60 – 90%
- เพิ่มสภาพคล่องให้กับห่วงโซ่อุปทาน และเนื่องจากความสามารถในการทะลุทะลวงของสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทะลุผ่านวัตถุที่ไม่ใช่โลหะหรือมีโลหะเป็นส่วนผสมอยู่ได้เช่น พลาสติก ผิวหนัง ไม้ ปูนซิเมนต์ ฯลฯ ดังนั้น Tags จึงสามารถถูกติดตั้งแบบฝังหรือซ่อนลงไปในเนื้อวัตถุที่เราต้องการได้ เช่น เราจะพบเห็นการฉีด RFID ที่มีลักษณะเป็นแท่งแก้วเล็กๆ เข้าไปในตัวสัตว์
- ลดความผิดพลาดโดยรวม เนื่องจากคุณสมบัติการติดตามตำแหน่งของสินค้า และความสามารถในการบอกความแตกต่างของสินค้าแต่ละชนิด ซึ่งสามารถป้องกันความสูญหาย และสลับกันของสินค้าได้
- เพิ่มความสามารถในการเก็บข้อมูล และการทำการตลาด เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของศักยภาพในการติดตามสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น
- ป้องกันการขโมย เนื่องจากสามารถสร้างระบบสัญญาณเตือนเมื่อมีการขโมยสินค้าเกิดขึ้น
- สื่อสารได้ระยะไกลระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลของระบบ RFID นั้นทำได้ตั้งแต่ 0-10 เมตร ซึ่งถือว่าไกลที่สุดในบรรดาระบบ Auto ID ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้ ทั้งนี้ระยะในการอ่าน/เขียน ข้อมูลจะขึ้นอยู่กับกำลังส่งของเสาอากาศและช่วงความถี่ที่ใช้งาน สำหรับกำลังส่งของเสาอากาศนั้นจะถูกกำหนดโดยกฎหมายของแต่ละประเทศทำให้ RFID ที่ผลิตในบางประเทศมีระยะในการอ่าน/เขียนต่างกันทั้งที่ความถี่ใช้งานเท่ากัน
- สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลขณะวั ตถุกำลังเคลื่อนที่เครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้แม้ขณะฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง กำลังเคลื่อนที่โดยความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับชนิดของการสื่อสาร หน่วยความจำและปริมาณข้อมูลที่ใช้อ่าน/เขียน

2.1.6 <u>กระบวนการผลิตชิพ RFID</u>

กระบวนการผลิต 4 ขั้นตอนหลัก : หัวใจสำคัญกระบวนการผลิตบนแผ่นซิลิกอน เครื่องจักรใน TMEC ใช้ ในกระบวนการผลิตบนแผ่นซิลิกอน เส้นที่เล็กที่สุดมี ขนาด 0.5 ไมครอน แผ่นซิลิกอนต้องผ่านกระบวนการผลิตถึงหลายร้อยขั้นตอน ก่อนวงจรรวมจะสร้างเสร็จสมบูรณ์และวัดได้ ในแต่ละขั้นตอนผลิตมากมายเหล่านี้สามารถแยกเป็น 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

2.1.6.1 <u>การปลูกฟิล์มบาง (Thin Film Deposition)</u>

การปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมีแบบพลาสมา (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition: PECVD) เป็นวิธีการปลูกชั้นฟิล์มบางที่อาศัยการแตกตัวของสารเคมีในสถานะก๊าซและเกิดปฏิกิริยาเคมีกลายเป็นสารใหม่ตกเคลือบบนแผ่นเวเฟอร์ การปลูกฟิล์มวิธีนี้ใช้หลักการพลาสมา ช่วยเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของก๊าซ จึงทำให้สามารถปลูกชั้นฟิล์มได้ที่อุณหภูมิต่ำ

สำหรับการสร้างวงจรรวม TMEC ใช้เครื่อง PECVD Precision 5000 ในการสร้างชั้นฟิล์มซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) และชั้นฟิล์มซิลิกอนไนไตรด์ (Si_3N_4)

คุณสมบัติของเครื่อง PECVD Precision 5000

1.มีห้องสุญญากาศ (Process Chamber) 2 ห้อง คือห้อง A และ B ใช้สำหรับปลูกฟิล์ม SiO_2 และ Si_3N_4 ตามลำดับ

2.ใช้ได้กับแผ่นเวเฟอร์ 6 นิ้วแบบที่มีส่วนเรียบ (Flat)

3.สามารถปลูกฟิล์มบนแผ่นเวเฟอร์ได้ด้วยความเร็ว 62 แผ่นต่อชั่วโมง

4.สามารถปรับอุณหภูมิของฐานรองในช่วง 300 – 400 °C ได้

5.มีอัตราการปลูกฟิล์ม SiO_2 และ Si_3N_4 อยู่ที่ มากกว่า 100 nm ต่อนาที

6.มีความไม่สม่ำเสมอของความหนาชั้นฟิล์มภายในแผ่นเวเฟอร์ น้อยกว่า 5%

ปฏิกิริยาเคมีของการปลูกชั้นฟิล์มบาง

<u>ซิลิกอนไดออกไซด์</u>

$$SiH_4\ (gas) + 2N_2O\ (gas) \longrightarrow SiO_2\ (solid) + 2N_2\ (gas) + 2H_2\ (gas)$$

<u>ซิลิกอนไนไตรด์</u>

$$SiH_4\ (gas) + NH_3\ (gas) \longrightarrow Si_xN_yH_z\ (solid) + H_2\ (gas)$$

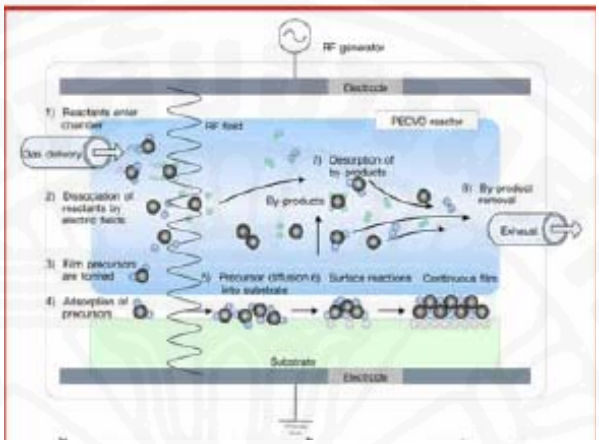
$$SiH_4\ (gas) + N_2\ (gas) \longrightarrow Si_xN_yH_z\ (solid) + H_2\ (gas)$$

โดยทั่วไปแล้ว ชั้นฟิล์มซิลิกอนไนไตรด์จะไม่ได้อัตราส่วนขององค์ประกอบของสารเคมีตามปฏิกิริยา ทำให้บางครั้งเขียนอยู่ในรูปของ $Si_xN_yH_z$

ข้อดีของการปลูกชั้นฟิล์มบางแบบพลาสมา

- เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำ
- มีอัตราการปลูกชั้นฟิล์มบางค่อนข้างสูง
- ชั้นฟิล์มมีคุณสมบัติที่ยึดติดกับแผ่นเวเฟอร์ได้ดี
- ชั้นฟิล์มที่ได้มี Step Coverage ดี
- ชั้นฟิล์มมีความหนาแน่นสูง เนื่องจากมีจำนวนของ Pinholes และ Voids เกิดขึ้นน้อย

ภาพที่ 2.2
ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในห้องสูญญากาศของเครื่อง PECVD



2.1.6.2 <u>กระบวนการยิงฝังประจุ (Implantation)</u>

กระบวนการยิงฝังประจุ คือ กระบวนการเปลี่ยนคุณสมบัติวัสดุโดยการยิงฝังประจุไอออนเข้าไปโดยตรงกระบวนการยิงฝังประจุนิยมใช้ ในกระบวนการเจือสารเพื่อสร้างสารเจือ (Dopant) บนซิลิคอนเวเฟอร์ในอุตสาหกรรมผลิตวงจรรวม โดยกระบวนการเจือสารด้วยเทคนิคการยิงฝังประจุมี 3 ขั้นตอน

1. **กระบวนการยิงฝังประจุ**

- ตั้งค่ากระแสไอออน (ion beam current) ด้วยการปรับเงื่อนไขดังต่อไปนี้ คือ กระแสจ่ายแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก (source magnet current), กระแสอาร์ก (arc current), การไหลของก๊าซ (gas flow) และกระแสฟิลาเมนต์ (filament current)

- เลือกชนิดของไอออนโดยตั้งค่า AMU (Atomic Mass Unit) ควบคุมและ เลือกค่าพลังโดยการควบคุม ขั้วแอกเทรกชั่น (extraction electrode) และท่อเร่ง(acceleration tube) ในช่วงพลังงาน 10 -200 keV.

- ตั้งค่าปริมาณสารเจือ (dose) โดยการควบคุมค่ากระแสไอออนและเวลาในการเจือสาร

2. **กระบวนการแอนนีล**

หลังจากกระบวนการยิงฝังประจุเสร็จแล้ว บริเวณที่ถูกยิงฝังประจุจะมีการเปลี่ยนรูปจากโครงสร้างผลึกไปเป็นอสัญฐาน ซึ่งอะตอมสารเจือจะอยู่ภายนอกแลตทิส (lattice) ของอะตอมที่ทำการเจือ

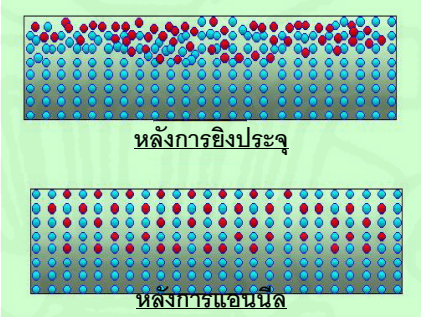
เป็นเหตุให้ไม่นำไฟฟ้า ดังนั้นเราต้องทำการแอนนีล โดยให้อุณหภูมิในช่วง 700-1,050 องศาเซลเซียส เพื่อ

- ซ่อมแซมโครงสร้างที่เสียหายและให้คืนกลับมาเป็นผลึกอีกครั้ง
- ทำการกระตุ้นให้เป็นคุณสมบัติตัวนำทางไฟฟ้า

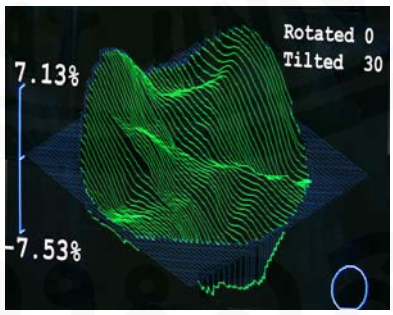
3. **กระบวนการวิเคราะห์**

หลังจากผ่านกระบวนการยิงฝังประจุ และการแอนนีลแล้ว จะวัดค่าความต้านทานเชิงแผ่น (sheet resistance) และค่ากระจายของความเข้มข้น (concentration profie) ด้วยเครื่องมือวัด fore point prob และ Spreading ResistanceProfiling (SRP) ตามลำดับ

ภาพที่ 2.3
การยิงประจุตามขั้นตอน



ภาพที่ 2.4
แผนภาพลักษณะความสม่ำเสมอความต้านทานเชิงแผ่นแบบ 3 มิติ



2.1.6.3 การถ่ายแบบลวดลาย (Photolithography)

- **กระบวนการสร้างลายวงจรบนแผ่นกระจกต้นแบบ**

กระจกต้นแบบ (Photomask) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดในการสร้างวงจรรวม (Integrated Circuit) ใช้เป็นต้นแบบสำหรับการถ่ายย่อแบบลายวงจรลงบนแผ่นซิลิกอน ผลิตจากแก้วควอทซ์ที่มีความบริสุทธิ์สูง เคลือบด้วยฟิล์มบางโครเมียมและโครเมียมออกไซด์ มีความเรียบของพื้นผิวตลอดทั้งแผ่นในระดับหนึ่งในล้านส่วนของมิลลิเมตร เพื่อลดผลกระทบจากการสะท้อนและการหักเหของแสง และไม่มีการขยายตัวทางความร้อน เนื่องจากอุณหภูมิเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ลายวงจรมีขนาดเปลี่ยนไป การสร้างลายวงจรลงบนแผ่นกระจกต้นแบบจะต้องออกแบบลายวงจรอย่างรอบคอบ และใช้กระบวนการถ่ายแบบลายวงจร (Photolithography process) ที่มีความซับซ้อนในการสร้างลายวงจร ดังนี้

ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ สามารถสร้างลายวงจรลงบนแผ่นกระจกต้นแบบ โดยใช้เครื่อง Direct Write Laser (DWL) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ขนาดชิ้นงาน: กระจกต้นแบบ, แผ่นซิลิกอนขนาด 3 ถึง 6 นิ้ว หนา 0.06 ถึง 0.25 นิ้ว
- รูปแบบข้อมูล: CIF, GDS2, Gerber, DXF
- ขนาดลายวงจรที่เล็กที่สุด: 1 ไมครอน ที่ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 10 %
- ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง: 0.050 ไมครอน ที่ความละเอียด 0.001 ไมครอน
- จำนวนจุดบกพร่อง: น้อยกว่า 10 ชิ้น ต่อตารางนิ้ว ที่ขนาดมากกว่า 0.5 ไมครอน

- **กระบวนการถ่ายย่อแบบลายวงจร**

กระบวนการถ่ายย่อแบบลายวงจรในการผลิตวงจรรวม (Integrated Circuit) เป็นกระบวนการที่กำหนดลวดลายวงจรก่อนเข้าสู่กระบวนการกัดสาร (Etching) หรือกระบวนการยิงฝังประจุ (Ion Implantation) หลักการของกระบวนการถ่ายย่อแบบลายวงจรคือ ทำการฉายแสงจากเครื่องกำเนิดแสงผ่านกระจกต้นแบบ (Photomask) ลงบนแผ่นเวเฟอร์ที่เคลือบด้วยน้ำยาไวแสง (Resist) แล้วนำแผ่นเวเฟอร์ไปล้างด้วยน้ำยาล้างลาย (Developer) ฟิล์มไวแสงเฉพาะส่วนที่โดนแสงจะหลุดออก ทำให้เวเฟอร์บางบริเวณมีฟิล์มปิด บางบริเวณไม่มีฟิล์มปิด ส่วนที่มี/ไม่มีฟิล์มปิดนี้คือลวดลายชั่วคราวเหนือผิวเวเฟอร์ เมื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นถัดไป เช่นการกัดสาร บริเวณที่ไม่มีฟิล์มปิดจะถูกสารเคมีกัดเนื้อของเวเฟอร์ออก แต่ผิวของเวเฟอร์ที่มีฟิล์มปกป้องจะคงอยู่ หลังจากขจัดฟิล์มไวแสงทั้งหมดออก (Stripping) เกิดเป็นลายถาวรบนเวเฟอร์ โดยมีหลักการดังนี้

1. Coater

เครื่องเคลือบน้ำยาไวแสงใช้ในการเคลือบน้ำยาไวแสง ซึ่งทำหน้าที่เป็นชั้นป้องกันปฏิกริยาเคมีที่จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการกัดหรือกระบวนการยิงฝังประจุ

ภาพที่ 2.5
เครื่องเคลือบน้ำยาไวแสง

2. Stepper

เครื่องถ่ายย่อแบบลายวงจรมีความละเอียดในการถ่ายย่อแบบได้เล็กที่สุด 0.5 ไมครอน สามารถถ่ายย่อขนาดลายวงจรจากกระจกต้นแบบให้เล็กลง 1/5 เท่า

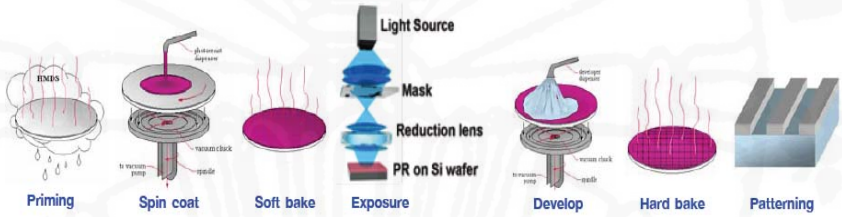
ภาพที่ 2.6
เครื่องถ่ายย่อแบบลายวงจร

3. Developer

เครื่องล้างน้ำยาไวแสง ในการล้างน้ำยาไวแสงฟิล์มไวแสงเฉพาะส่วนที่โดนแสงจะหลุดออก ทำให้เกิดเป็นลวดลายบนแผ่นเวเฟอร์

ภาพที่ 2.7
เครื่องล้างน้ำยาไวแสง

ภาพที่ 2.8
ภาพรวมกระบวนการถ่ายย่อแบบลายวงจร



ภาพที่ 2.9
กระบวนการถ่ายแบบลวดลายวงจร

2.1.6.4 <u>การกัดลาย (Etching)</u>

- **การกัดแบบแห้งโดยใช้พลาสมา**

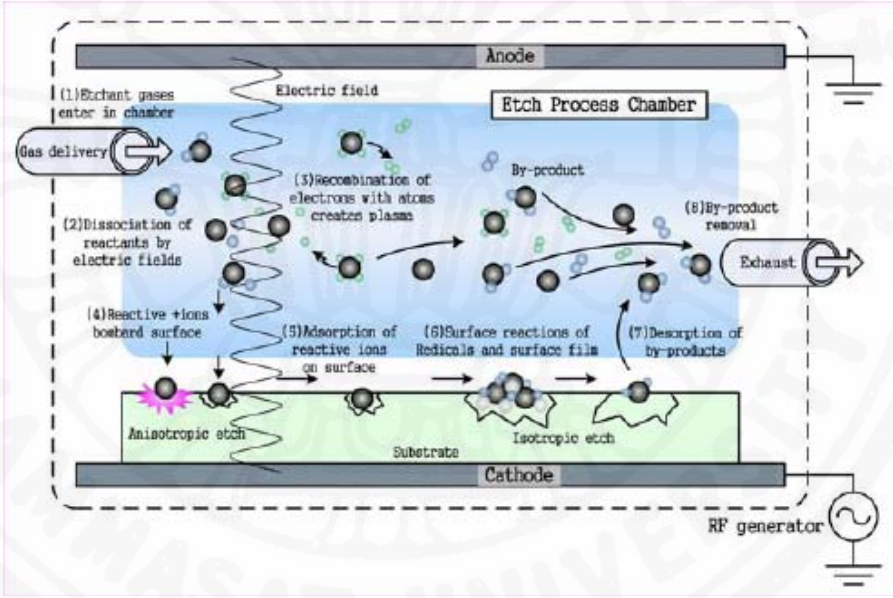
ในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลังจากการสร้างลวดลายชั่วคราวด้วยกระบวนการถ่ายย่อแบบ ชิ้นงานจะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการกัดเพื่อให้ได้ลวดลายที่ถาวร ปัจจุบันนี้ลวดลายวงจรมีขนาดเล็กมาก เพื่อให้ได้ลวดลายที่มีความถูกต้องและสมบูรณ์ จึงต้องใช้กระบวนการกัดที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะสามารถทำได้โดยใช้การกัดด้วยพลาสมา

ในกระบวนการนี้จะมีการกำเนิดพลาสมาที่ความดันต่ำโดยใช้แหล่งจ่ายกระแสสลับย่านความถี่วิทยุ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์ พลาสมาที่เกิดขึ้นจะมีไอออนบวกและลบ ไอออนบวกจะกระจายตัวไปทำปฏิกิริยากับพื้นผิวของชั้นฟิล์มที่ต้องการกำจัดออก ในกระบวนการนี้จะเกิดทั้งปฏิกิริยาทางเคมีและฟิสิกส์

ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจักรที่ใช้มีความสามารถกำเนิดพลาสมาที่มีความหนาแน่นสูง นอกจากนี้แล้วเครื่องดังกล่าวมีการสร้างสนามแม่เหล็กเพื่อช่วยในการควบคุมการกัดให้ดียิ่งขึ้น

ภาพที่ 2.10

ภาพจำลองกระบวนการกัดด้วยพลาสมา



- **การกัดแบบเปียกโดยใช้สารละลายเคมี**

ในงานการผลิตอุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ การควบคุมสารปนเปื้อน เป็นกระบวนการสำคัญที่ต้องใช้ความละเอียดอ่อน ด้วยเหตุที่ตัวอุปกรณ์ที่ทำการผลิตนั้นมีขนาดเล็กมาก เพื่อเป็นหลักประกันในผลสำเร็จของงาน เครื่องกัดล้างด้วยสารละลายเคมีที่ติดตั้งในศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) ประกอบด้วย 2 ระบบ ใช้สำหรับกำจัดสิ่งปนเปื้อน หรือกัดลอกชั้นฟิล์มบนพื้นผิวของแผ่นซิลิกอนเวเฟอร์

1. **เครื่องกัดล้างด้วยสารละลายเคมีแบบอัตโนมัติ** (Automatic Wet Bench : AWB)

เป็นเครื่องล้างทำความสะอาดแผ่นซิลิกอนเวเฟอร์แบบอัตโนมัติ หลักการทำงานใช้แขนกลเป็นตัวหยิบจับแผ่นชิ้นงาน นำลงไปในถังสารเคมีแต่ละชนิด ตามขั้นตอนของกระบวนการที่ถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. **เครื่องกัดล้างด้วยสารละลายเคมี** (Manual Wet Bench : MWB)

เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับกัดชั้นฟิล์มอนุพันธ์ซิลิกอนฟิล์มน้ำยาไวแสง และล้างสารอินทรีย์บนผิวซิลิกอนเวเฟอร์เครื่องกัดล้างด้วยสารละลายเคมีแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะการใช้งานคือ

- MWB of acids ใช้สำหรับกัดล้างโดยสารละลายกรด
- MWB of solvent ใช้สำหรับล้างกัดโดยสารละลายอินทรีย์

สารละลายเคมีสำคัญใช้ทำความสะอาดแผ่นซิลิกอนเวเฟอร์ประกอบด้วย

- Piranha ใช้กำจัดสารปนเปื้อนจำพวก สารอินทรีย์
- SC-1 ใช้กำจัดสารปนเปื้อนจำพวก ฝุ่นละออง, โลหะ
- HF ใช้กำจัดสารปนเปื้อนจำพวก โลหะ, ออกไซด์
- BHF ใช้กำจัดสารปนเปื้อนจำพวก ซิลิกอนไดออกไซด์
- HOT Phos ใช้กำจัดสารปนเปื้อนจำพวก ซิลิกอนไนไตรด์

2.1.7 <u>ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเติบโตของตลาด RFID</u>

1. **มาตรฐาน** (Standardization)

เนื่องจากการที่กำหนดมาตรฐานออกมาใช้ในประเทศอย่างเป็นทางการจะส่งผลให้เทคโนโลยี RFID ในประเทศมีการพัฒนาช้าไปด้วย ซึ่งมาตรฐานของ RFID สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

- **คลื่นความถี่** (RF spectrum) : คลื่นความถี่ที่จะใช้สำหรับอุปกรณ์ RFID นี้ค่อนข้างยากที่จะกำหนดให้เป็นมาตรฐานสากล เนื่องจากแต่ละประเทศเป็นเจ้าของและผู้ควบคุมคลื่นความถี่เอง ดังนั้น จึงขึ้นอยู่แต่ละประเทศเป็นผู้พิจารณา จัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการใช้งานประเภทต่างๆ

- **มาตรฐาน** RFID (RFID Standards) : บริษัทผู้ผลิตต่างๆได้พัฒนาและผลิตระบบ RFID ออกมาโดยมีมาตรฐานที่ใช้ในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับแท็กที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ ขึ้นกับความต้องการของตลาดเป็นสำคัญ

2. **ราคา** (Cost)

ธุรกิจทั้งขนาดเล็กและใหญ่จะสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกันได้ทุกที่ทุกเวลา ถ้าระบบ RFID มีราคาที่ต่ำลงอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ได้ในทุกธุรกิจ ซึ่งในปัจจุบันการที่จะผลิตแถบข้อมูลให้มีราคาถูกนั้นยังไม่สามารถทำได้ การจะนำเทคโนโลยีนี้มาแทนการใช้บาร์โค้ดสามารถเป็นไปได้ในอนาคตถ้าสามารถที่จะผลิตแถบข้อมูล RFID ได้ในราคาประมาณ 5 เซ็นต์สหรัฐ

3. **ความเป็นส่วนตัว** (Privacy)

การคำนึงถึงสิทธิส่วนบุคคลเป็นปัญหาหลักอันหนึ่งในการนำ RFID มาใช้ เนื่องจากผู้บริโภคบางกลุ่มเกรงว่า การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้กับสินค้าอุปโภคจะทำให้สูญเสียสิทธิส่วนบุคคลไปโดยเฉพาะการที่นำไปใช้ในร่างกายคน จะทำให้สามารถรู้ข้อมูลต่างๆ รวมทั้งพฤติกรรมของคนๆนั้นได้อย่างละเอียด

2.1.8 <u>การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID</u>

- Access Control/Personal Identification หรือการเข้า-ออกอาคาร แทนการใช้บัตรแม่เหล็ก เมื่อใช้งานมากๆก็จะเสื่อมเร็ว แต่บัตรแบบ RFID ใช้เพียงแตะหรือแสดงผ่านหน้าเครื่องอ่านเท่านั้น รวมทั้งยังสามารถใช้กับการเช็คเวลาเข้า-ออก งานของพนักงานด้วย
- ห่วงโซ่อุปทาน และระบบลอจิสติกที่จะเห็นในโรงงานอนาคตคือ สามารถติด Tag ไว้กับชิ้นงานเมื่อชิ้นงานผ่านสายพานขนสินค้าในโรงงาน แต่ละแผนกจะรู้ว่าต้องทำอย่างไร ติดอะไรบ้าง และต้องส่งไปที่ไหนต่อ รวมถึงการจัดการสินค้าในคลังสินค้าว่ารับสินค้ามาเมื่อใด จะต้องเก็บไว้ที่ไหน จะส่งไปที่ไหนอย่างไร ใครจะมารับ ส่วนภาพที่ผู้บริโภคจะเห็นคือ การซื้อสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต เวลาซื้อก็หยิบใส่ตะกร้า คิดเงินผ่านเครื่องอ่าน RFID ครั้งเดียวคิดเงินได้ทันที ไม่ต้องหยิบมายิงบาร์โค้ดทีละชิ้นให้เสียเวลาและเตือนผู้ซื้อได้หากสินค้าที่ซื้อหมดอายุ
- ระบบ Animal Tracking มาใช้ เหมาะกับเกษตรกรไทยในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์มออโตเมชันด้วยชิ ป RFID ติดตัวสัตว์เลี้ยง ทำให้สามารถทราบเจ้าของตรวจสอบสายพันธุ์ การให้ อาหารและการควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ รวมถึงการสร้าง Food Traceability สำหรับต่อสู้กับข้อกีดกันทางการค้าของสหรัฐอเมริกา และกลุ่มสหภาพยุโรป

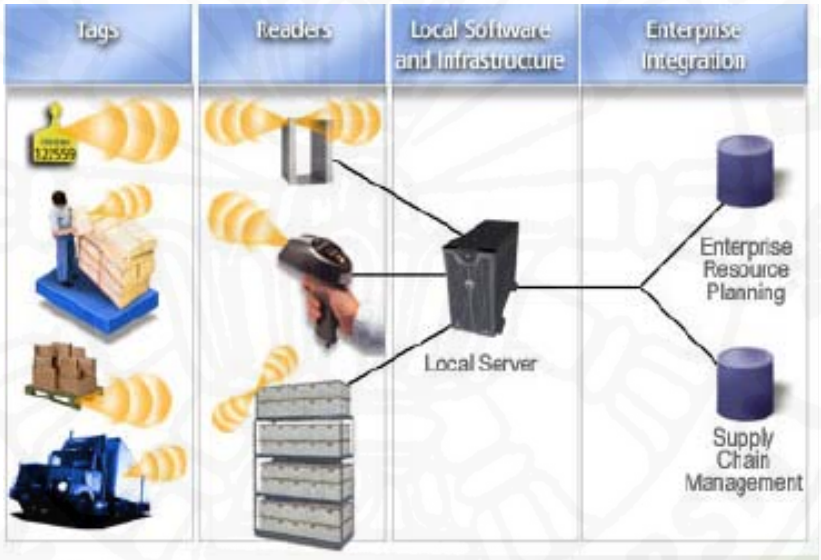
- ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ (e-ticket) เช่น บัตรทางด่วน บัตรรถไฟฟ้าใต้ดิน
- ระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Passport) ที่ทางประเทศสหรัฐกำลังกำหนดมาตรฐานการเข้าออกของประเทศของเค้า เพื่อป้องกันผู้ก่อการร้าย รวมไปถึง e-Citizen ด้วย
- ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ (immobilizer) ในรถยนต์ป้องกันกุญแจผีในการขโมยรถยนต์ หรือ พวก Keyless ในรถยนต์ราคาแพงบางรุ่นก็เริ่มนำมาใช้งานแล้ว
- ระบบห้องสมุดดิจิทัล (e-Library) ในการยืมคืนอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้บริการได้รวดเร็วและสะดวก-สบายยิ่งขึ้น
- ระบบผสมและตรวจสอบยาอัตโนมัติ ในแต่ละกระบวนการ ชื่อยาและส่วนผสมจะถูกบันทึกลงใน Tags ที่ติดไว้กับPallets ก่อนหน้านี้พร้อมกันนั้นน้ำหนักของส่วนผสมก็ถูกบันทึกลงไปด้วย ,เมื่อทำการบรรจุแต่ละส่วนผสมน้ำหนักที่เติมลงไปก็จะถูกบันทึกไว้ใน Tags เพื่อใช้ในการตรวจสอบส่วนผสมขั้นสุดท้าย
- การชั่งน้ำหนักรถบรรทุก Tags จะถูกนำมาติดตั้งที่ข้างรถบรรทุกเสาอากาศจะถูกติดตั้งข้างทางเข้าออก, ทะเบียนรถ, ชื่อบริษัทของรถ, ชนิดของวัตถุดิบจะถูกบันทึกลงใน Tags และจะถูกอ่านขึ้นมาเมื่อรถบรรทุกเข้ามาในบริเวณชั่งน้ำหนักเมื่อรถบรรทุกชั่งข้อมูลน้ำหนักจะถูกบันทึกลงใน Tags หลังจากรถบรรทุกทำการถ่ายวัตถุดิบลงแล้วก็จะทำการชั่งอีกครั้งข้อมูลน้ำหนักใหม่ (เฉพาะน้ำหนักรถ) จะถูกนำไปบันทึกแล้วทำการคำนวณน้ำหนักที่แท้จริงของวัตถุดิบโดยเปรียบเทียบความแตกต่างจากน้ำหนักรถที่ชั่งตอนแรกสุดท้ายข้อมูลจะถูกลงบันทึกยังระบบฐานข้อมูล
- การควบคุมและบันทึกข้อมูลในแต่ละขั้นตอนการผลิต ติดตั้ง ID Tags กับภาชนะใส่ชิ้นงานเมื่อเริ่มต้นของแต่ละกระบวนการผลิตย่อยให้เขียนข้อมูลเวลาลงไปใน Tags และเมื่อสิ้นสุดของแต่ละกระบวนการผลิตย่อยหัวอ่านจะอ่านข้อมูลเวลาเริ่มต้นกระบวนการทำงานจากนั้นข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนำไปสร้างกราฟ ซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์การใช้เวลาในแต่ละกระบวนการผลิตได้เมื่อการทำงานของแต่ละกระบวนการเสร็จสิ้นให้เขียนข้อมูลและคำสั่งสำหรับกระบวนการผลิตถัดไปลงใน Tags และเมื่อชิ้นงานไปยังกระบวนการผลิตถัดไปก็จะอ่านข้อมูลและคำสั่งนั้นๆ สำหรับกระบวนการผลิต ดังนั้นระบบจะทำงานด้วยความถูกต้องยิ่งขึ้นทำให้รู้ว่ากระบวนการผลิตไหนที่มีลักษณะเป็นคอขวดทำให้สามารถปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตได้เมื่อจับเวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิตมาได้ ก็สามารถจัดทำกราฟ Unitprice ของสินค้านั้นๆ ได้

ทำให้ช่วยในการคาดการผลกำไรของสินค้านั้นๆ ได้สามารถติดตามได้แน่นอนว่าสินค้าชิ้นนั้น อยู่ที่ไหนของกระบวนการผลิตทำให้สามารถจัดการเรื่องระบบการส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ล็อตคอนโทรลและคอนดิชั่นคอนโทรลในกระบวนการชุปโลหลดข้อผิดพลาดด้านการทำงานอันเนื่องมาจากคน, ง่ายต่อการติดตามสินค้าในกระบวนการผลิต, สามารถวางแผนงานด้านการจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 2.11

แสดงการทำงานของเทคโนโลยี RFID



ที่มา : สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

2.1.9 <u>เทคโนโลยี RFID ในประเทศไทย</u>

มูลค่าตลาดของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับ RFID ในประเทศอยู่ที่ประมาณ 901 ล้านบาท ซึ่งจากการวิเคราะห์ SWOT ของเทคโนโลยีนี้สามารถเป็นไปดังนี้

ตารางที่ 2.3

การวิเคราะห์ SWOT เทคโนโลยี RFID

จุดแข็ง	**จุดอ่อน**
• มีเครือข่ายที่เข้มแข็งทั้งจากภาครัฐและเอกชน • สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างครบวงจร (CATS) ในประเทศ • ขนาดของระบบเศรษฐกิจและตลาดภายในประเทศสามารถสนับสนุนอุตสาหกรรม RFID ได้	• ยังต้องพึ่งพาการผลิตและนำเข้าชิ้นส่วนบางชนิดจากต่างประเทศ • บุคลากรนักวิจัยและพัฒนาด้านนี้ยังน้อย • การสนับสนุนและผลักดันจากภาครัฐยังไม่มากพอ
โอกาส	**ภัยคุกคาม**
• ตลาด RFID ทั่วโลกกำลังเติบโตอย่างมาก • ทั่วโลกให้ความสำคัญกับระบบการตรวจสอบย้อนกลับ และติดตามการขนส่งสินค้าเพื่อความปลอดภัย • ทั่วโลกกำลังตื่นตัวกับการกำหนดมาตรฐานคลื่นความถี่และข้อมูลเพื่อรองรับการใช้งาน	• มีการแข่งขันการค้ามากขึ้นจากประเทศในแถบเอเชีย • อาจมีเทคโนโลยีอื่นเข้ามาแย่งตลาด RFID บางส่วน เช่น ZigBee • ความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในข้อมูล

เป้าหมายและยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรม RFID ในไทย

เป้าหมาย: พัฒนาอุตสาหกรรม RFID ของไทยให้เป็นผู้นำในภูมิภาค SEA ยกระดับขีดความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศไทยให้ทัดเทียมกับต่างประเทศ

ยุทธศาสตร์ที่ 1 (เชิงรุกระยะสั้น) # พัฒนาบุคลากรนักวิจัยพัฒนาด้านเทคโนโลยี RFID

ยุทธศาสตร์ที่ 2 (เชิงรับระยะสั้น) # กำหนดนโยบายภาครัฐและโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นรูปธรรม

ยุทธศาสตร์ที่ 3 (เชิงรุกระยะยาว) # ขยายตลาด RFID ทั้งในและนอกประเทศ

ยุทธศาสตร์ที่ 4 (เชิงรับระยะยาว) # ยกระดับศักยภาพของการวิจัยและพัฒนาในประเทศเพื่อการแข่งขันในอนาคต

แนวทางการส่งเสริมอุตสาหกรรม RFID ในไทย

- ด้านการพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยี RFID
- ด้านมาตรฐานและนโยบายจากภาครัฐ
- ด้านการตลาด
- ด้านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์

ขีดความสามารถผู้ประกอบการไทย

•Chips

– ผลิตเอง 1 องค์กรและนำเข้า 2 องค์กร

– ความถี่ที่มีคือ LF และ HF ตลาดมีทั้งในประเทศและต่างประเทศ

•Inlay & Coil

– ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตของบริษัทต่างชาติ

– ผลิตใช้งานได้ในทุกย่านความถี่

– มากกว่า 80% จะส่งออกไปยังต่างประเทศทั่วโลก

•Tags

– 13 องค์กร ส่วนมากเป็นนำเข้า

– ย่านความถี่หลักที่มีคือ HF 13.56 MHz รองลงมาคือ LF

– รูปแบบ (Form Factor) ซึ่งมีมากที่สุดคือ ISO Card (การ์ดบาง 0.8 mm)

•Reader

– มี 12 องค์กร

– มีการผลิตเองย่านความถี่ LF มากที่สุด เนื่องจากความรู้ที่ใช้ในการออกแบบไม่สูงนัก

– ย่าน UHF จะใช้การนำเข้า จำเป็นต้องมีการเรียนรู้เทคโนโลยี

ตลาดและมูลค่าในปัจจุบัน

•Chips - ปัจจุบันยังมีมูลค่าน้อย ผลิตไม่สูงนัก

•Inlay

– ผลิตอยู่ในประเทศประมาณ 20 ล้านชิ้น

– มูลค่าเฉลี่ยชิ้นละประมาณ 5 บาท

•Tags

–ประเมินจากจำนวนการผลิตของผู้ประกอบการด้านแท็ก ทั้งผลิตเองและนำเข้า

– จำนวนแท็กในปี 2548 ประมาณ 1,042,000 ชิ้น

– มูลค่าเฉลี่ยชิ้นละประมาณ 256 บาท (ขึ้นกับชนิด passive, active, form factor)

•Reader

– ประเมินจากจำนวนการผลิตของผู้ประกอบการด้านแท็ก ทั้งผลิตเองและนำเข้า

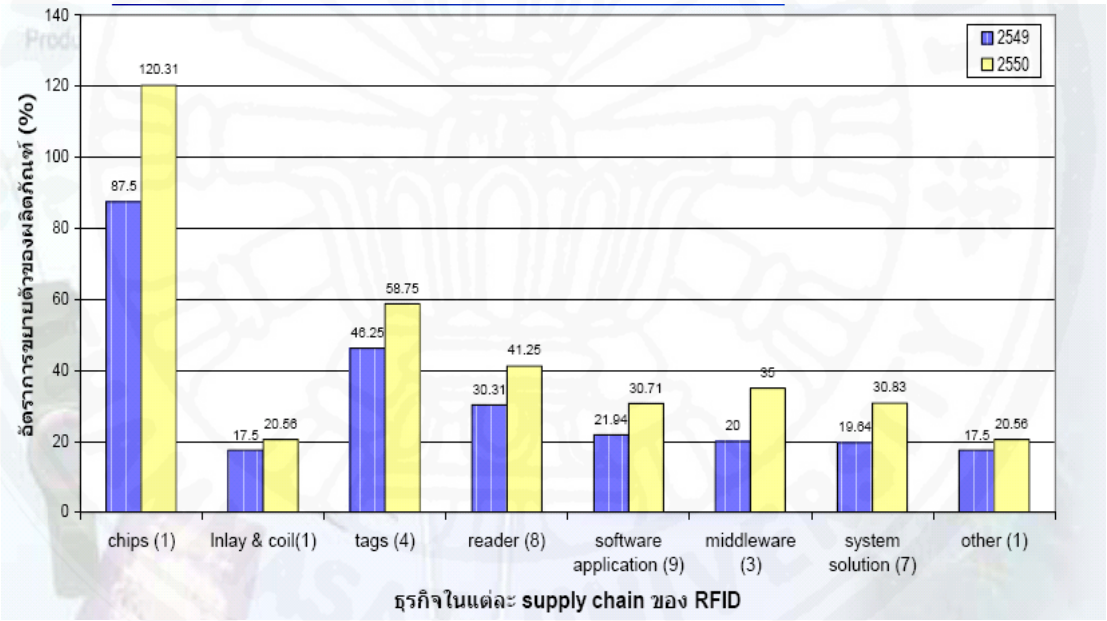
– จำนวน เครื่องอ่านประมาณ 6125 เครื่อง

– ราคาของเครื่องอ่านอยู่ที่ประมาณ 55732 บาท (ทั้งนี้มักรวมส่วนของ ซอฟต์แวร์ไปด้วยในราคาดังกล่าว

การเติบโตในอนาคตของเทคโนโลยี RFID ในไทย

ภาพที่ 2.12

ธุรกิจแต่ละ Supply chain ของเทคโนโลยี RFID



ที่มา : ข้อมูลจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)

ปัญหาที่พบของเทคโนโลยี RFID ในไทย

- มุมมองจากผู้ประกอบการ > ขาดงบประมาณและเครื่องมือการพัฒนา, ขาดมาตรฐานที่แน่ชัด, ขาอการประชาสัมพันธ์, ขาดการผลักดันที่ชัดเจนจากรัฐ
- มุมมองจากผู้ใช้งาน > ราคาค่อนข้างสูง, ระบบไม่เหมาะสมกับการใช้งานบางประเภท, ขาดมาตรฐานที่ชัดเจน, ขาดความรู้ ความเข้าใจ

ข้อเสนอแนะ แนวทางแก้ปัญหา

- รัฐให้การสนับสนุนในรูปแบบของโครงการนำร่อง
- ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้แก่ผู้ใช้งาน
- กำหนดมาตรฐานการใช้งาน การเชื่อมต่อให้แน่ชัด
- จัดทำ Match Making ระหว่างผู้ใช้งานกับผู้ประกอบการ
- ผลักดันการสร้างบุคลากรที่มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี

จะเห็นว่าเทคโนโลยี RFID มีการเติบโตในไทยอย่างสูงทำให้ต้องมีการดำเนินการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.2 สิ่งแวดล้อม
(Environment)

2.2.1 สิ่งแวดล้อม (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ,2541)

หมายถึง สิ่งต่างๆที่อยู่รอบๆตัวเรา ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น นับตั้งแต่คน สัตว์ ดิน น้ำ ต้นไม้ ภูเขา ตลอดจนอาคารบ้านเรือน ถนนหนทาง สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ รวมทั้งขนบธรรมเนียมด้วย

2.2.1.1 ประเภทของสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. **สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Natural Environment)** คือสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองหรือมีอยู่ตามธรรมชาติ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- สิ่งมีชีวิต (Biotic Environment) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีลักษณะคุณสมบัติเฉพาะตัว โดยจะมีลักษณะเช่นนั้นตลอดไปชั่วกาลนาน ได้แก่ พืช สัตว์ มนุษย์ ด้วยเหตุนี้จะเห็นว่าถ้าสิ่งแวดล้อมหนึ่งถูกทำลายไปย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ
- สิ่งไม่มีชีวิต (Non-biotic Environment) หมายถึง องค์ประกอบต่างๆ ของธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นพื้นดิน แหล่งน้ำ แร่ธาตุ ไฟ แสงสว่าง ลมฟ้าอากาศ ตลอดจนสภาพภูมิประเทศต่างๆ โดยธรรมชาติแล้วจะอยู่รวมกลุ่มของมันเอง หรืออาจพบอยู่ในรูปของการกระจายอยู่กับสิ่งแวดล้อมอื่นๆก็ได้

2. **สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น** (Man-made Environment) หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นหรือมีขึ้นโดยการกระทำของมนุษย์ ทั้งที่ตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจ มีและไม่มีตัวตน เช่น บ้านเรือน โต๊ะ เก้าอี้ ตลอดจนศิลปวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณีต่างๆ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

- ทางกายภาพ (Physical Environment) คือสิ่งแวดล้อมที่เป็นรูปธรรมจับต้องสัมผัสได้ ที่สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต เช่น รถยนต์ เครื่องบิน เขื่อน เป็นต้น
- ทางสังคม (Social Environment) คือ สิ่งแวดล้อมที่เป็นนามธรรมที่สังคมมนุษย์สร้างขึ้นเพื่อเป็นแบบแผนหรือวิถีการดำเนินชีวิต เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยและอยู่กันอย่างสงบสุข เช่น วัฒนธรรม ประเพณี ความเชื่อ เป็นต้น

2.2.2 ทรัพยากรธรรมชาติ (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ,2541)

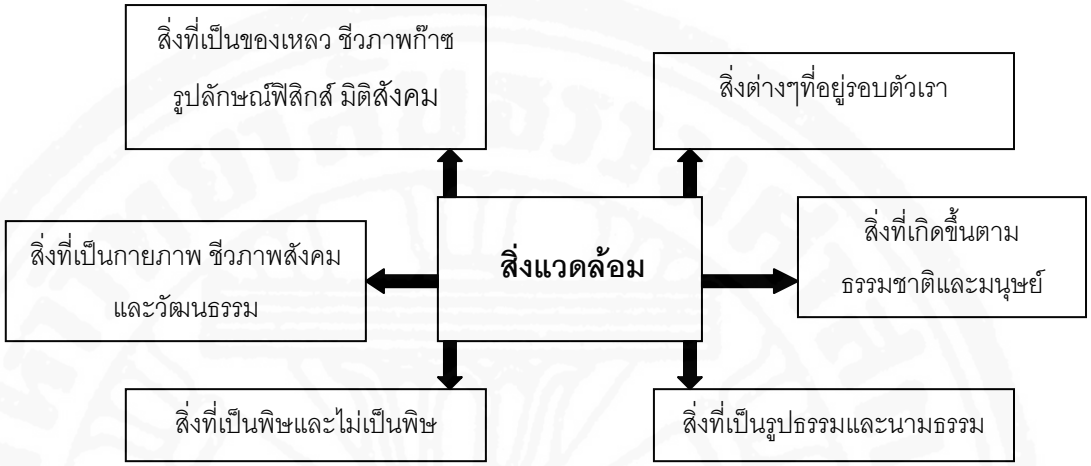
หมายถึง สิ่งต่างๆที่มีอยู่หรือเกิดขึ้นมาเองตามธรรมชาติและมนุษย์สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ดิน น้ำ ป่าไม้ สัตว์ป่า แร่ธาตุ และพลังงานต่างๆ เป็นต้น สิ่งใดที่มีอยู่หรือเกิดเองตามธรรมชาติ แต่ไม่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ เราเรียกว่า **ธรรมชาติ** เมื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้เรียกว่า **ทรัพยากร**

2.2.2.1 ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ

1. **ใช้แล้วไม่หมดเปลืองสูญหายไป** (Inexhaustible) ได้แก่ บรรยากาศ และน้ำที่อยู่ในวัฏจักร
2. **ทดแทนได้หรือรักษาไว้ได้** (Replaceable and Maintenable) ได้แก่ ดิน น้ำ ป่าไม้ สัตว์ป่า ทุ่งหญ้า เป็นต้น
3. **ไม่งอกเงยใช้แล้วหมดไป** (Exhausitible) ได้แก่ แร่ธาตุ ที่ดินในสภาพธรรมชาติ

2.2.3 ระบบนิเวศน์ หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตอยู่รวมกันในพื้นที่แห่งใดแห่งหนึ่ง อาจจะเป็นพื้นที่ขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ได้ ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์และมีการเปลี่ยนสสารและพลังงานระหว่างหน่วยที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตในระบบนิเวศน์นั้นด้วย ระบบนิเวศน์มีส่วนประกอบหลายอย่าง เช่น น้ำ อุณหภูมิ ความชื้น ความเค็ม ปริมาณฟอสฟอรัส ออกซิเจน ปรีมาตรของแอ่งน้ำ ความสูงจากระดับน้ำทะเล

ภาพที่ 2.13
นิยามสิ่งแวดล้อม



ที่มา : เกษม จันทร์แก้ว, เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541

2.3 ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environmental Problem)

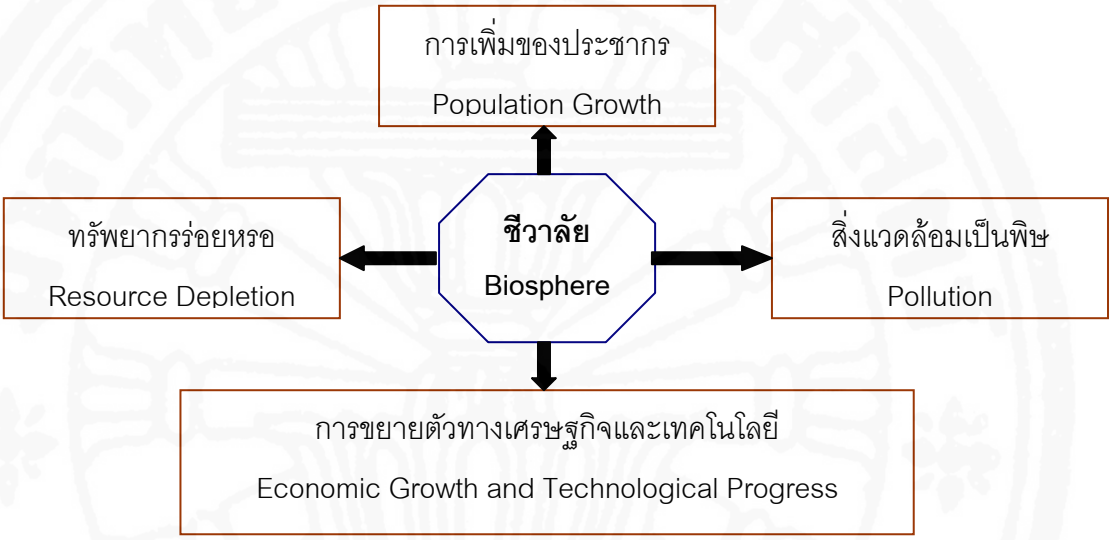
ปัญหาสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความเสื่อมสลายในเชิงปริมาณและคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทั้งที่เป็นสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ, ทางชีวภาพ และทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม โดยมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์และจากสภาวะตามธรรมชาติ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาวะดั้งเดิมของธรรมชาติจนเกินขนาดที่ระบบของธรรมชาติจะรองรับได้ โดยทั่วไปธรรมชาติจะมีระบบหรือกลไกการฟื้นตัวหรือการฟอกตัวของธรรมชาติเอง ในกรณีที่สภาวะของธรรมชาติเสื่อมสลายหรือเปลี่ยนแปลงไปตามปกติ กลไกของธรรมชาติจะสร้างสิ่งใหม่ขึ้นทดแทนหรือทำการฟอกตัวเองเพื่อรักษาสมดุลของธรรมชาตินั้นๆไว้ แต่หากความเปลี่ยนแปลงมีมากเกินกว่าที่ประสิทธิภาพของกลไกดังกล่าวจะดำเนินการได้ตามปกติแล้วย่อมจะเป็นผลให้สภาวะของธรรมชาติหรือระบบนิเวศน์เปลี่ยนแปลงและเสียความสมดุลได้

2.3.1 สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันยุคที่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการเพิ่มขึ้นของประชากรเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อสนองต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การผลิตและอุตสาหกรรมมีการขยายตัวมากขึ้น การใช้ทรัพยากรต่างๆ

มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม จึงเห็นได้ว่าสาเหตุของปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่สำคัญๆมีดังนี้

ภาพที่ 2.14
ปัญหาสิ่งแวดล้อม



2.3.1.1 การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร (Population Growth) ปัจจุบันประชากรโลกมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในอัตราก้าวหน้า (Exponential Growth) เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้มีความต้องการในด้านต่างๆ เพิ่มขึ้นตามไปด้วย การบริโภคย่อมสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ในขณะที่ทรัพยากรธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลงเรื่อยๆ และบางประเภทเมื่อสูญสิ้นก็ไม่สามารถที่จะสร้างขึ้นมาทดแทนได้ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน และสัตว์ป่า เป็นต้น นอกจากนี้ในการบริโภคทรัพยากรดังกล่าวย่อมจะมีของเสียเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหามลพิษของสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ได้อีกด้วย การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในลักษณะเช่นนี้หากมิได้มีการจัดการที่ดีพอ ย่อมเป็นปัจจัยที่จะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรนั้น หากสังคมมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีเช่นประเทศที่พัฒนาแล้วซึ่งประชากรมีการศึกษา มีจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีกฎหมายที่ดี ถึงแม้ว่าจะมีประชากรที่หนาแน่นแต่อาจประสบกับปัญหาที่รุนแรงน้อยกว่าประเทศที่ขาดระบบการจัดการที่ดี

2.3.1.2 การขยายตัวทางเศรษฐกิจและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Economic Growth and Technological Progress) การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากร เป็นเหตุให้มนุษย์ต้องพัฒนาความเจริญโดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประดิษฐ์คิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายรวมทั้งสิ่งฟุ่มเฟือยอื่นๆ ให้กับตนเอง เช่น การสร้างเขื่อนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมแมลงและพืช เป็นต้น นับว่ามนุษย์ได้รับประโยชน์จากการพัฒนาโดยอาศัยความรู้เป็นอย่างมาก พร้อมกับความสำเร็จนี้ได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อมตามมาด้วย มนุษย์ได้ใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือยขึ้น และประกอบกับการใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมในกระบวนการผลิตทำให้เกิดของเสียมาก ส่งผลให้เกิดการร่อยหรอของทรัพยากรธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ ซึ่งสภาวะดังกล่าวจะไปทำลายสิ่งที่มีชีวิตในระบบนิเวศน์ในส่วนที่เรียกว่าชีวภาค หรือชีวาลัย (Biosphere) จนทำให้สภาวะสมดุลของธรรมชาติต้องเสียไป

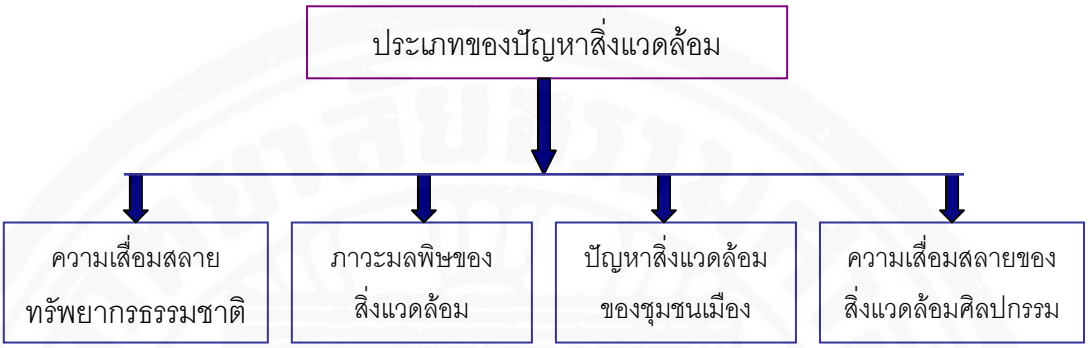
อนึ่ง สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมอาจพิจารณาได้จาก วิธีการจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต ในกระบวนการผลิตโดยทั่วไปมักจะมีกากหรือของเสียจากการผลิตเกิดควบคู่กันไปเสมอ เช่นเดียวกับการบริโภค สิ่งที่มนุษย์บริโภคไปมิได้สูญสลายแต่เปลี่ยนเป็นรูปอื่น และเกิดเป็นของเสียควบคู่กันไปเสมอ

วิธีการจัดการของเสียจากการผลิตและการบริโภคที่ถือว่าลงทุนน้อยที่สุด ได้แก่ กระบวนการฟอกตัวเองตามธรรมชาติ (Natural Purification Process) แต่อย่างไรก็ตาม ของเสียมีมากเกินกว่าขีดจำกัดที่ธรรมชาติจะจัดการได้ก็จะเกิดปัญหาการก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมได้ เช่น น้ำเน่าเสีย อากาศเป็นพิษ

2.3.2 <u>ประเภทของปัญหาสิ่งแวดล้อม</u>

สามารถแยกพิจารณาออกได้เป็น 4 เรื่อง ปรากฏตามภาพที่เห็นดังนี้

ภาพที่ 2.15
ประเภทของปัญหาสิ่งแวดล้อม



2.3.2.1 ความเสื่อมสลายของทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาที่น่าวิตกอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ คือ เนื้อที่ป่าไม้ของโลกลดลงอย่างรวดเร็ว ความเสื่อมโทรมของดินที่ใช้ในการเกษตร เนื่องจากปลูกพืชไม่เหมาะสมขาดการบำรุงดิน ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรแร่ ตลอดจนขาดการอนุรักษ์พืชและสัตว์ ป่าหายาก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบนิเวศน์ ซึ่งความเสื่อมสลายของทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง การที่ทรัพยากรธรรมชาติร่อยหรอทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ซึ่งครอบคลุมทั้งทรัพยากรธรรมชาติที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพ โดยมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ บางอย่างสูญสิ้นไปก็ไม่สามารถทดแทนได้ หรือถ้าสร้างเก็บใช้เวลานาน ความเสื่อมสลายของทรัพยากรธรรมชาติแบ่งได้คือ ความเสื่อมสลายของทรัพยากรดิน, น้ำ, สัตว์ป่า, แร่และพลังงาน, ทะเล

2.3.2.2 ภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่กำลังคุกคามสิ่งแวดล้อมของเราอยู่ปัจจุบัน อันเป็นผลมาจากการเร่งรัดพัฒนาประเทศ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรม การใช้เทคโนโลยีที่ขาดประสิทธิภาพโดยไม่คำนึงถึงผลเสียหายที่จะตามมา รวมทั้งเจตนคติในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่เหมาะสม ภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อม หมายถึง การที่สิ่งแวดล้อมถูกปนเปื้อนด้วยสิ่งแปลกปลอมหรือของเสียต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งในรูปของวัตถุดิบและพลังงาน ทั้งทางกายภาพและชีวภาพ โดยที่สิ่งเหล่านี้เจือปนอยู่ในธรรมชาติมากเกินระดับที่กระบวนการฟอกตัวของระบบธรรมชาติจะรองรับไว้ได้ และในบางกรณีอาจถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และอนามัยของมนุษย์ รวมทั้งระบบนิเวศน์ของพืชและสัตว์ได้ ภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อมที่พบมาก ได้แก่ สภาวะอากาศเป็นพิษในเมืองใหญ่ สภาพเน่าเสียของแหล่งน้ำต่างๆ และมลภาวะทางเสียงและความสั่นสะเทือน ภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อมแบ่งได้เป็น มลพิษทางน้ำ, อากาศ, เสียงและความสั่นสะเทือน

2.3.2.3 ปัญหาสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมือง การขยายตัวอย่างรวดเร็วของเมืองโดยปราศจากการวางแผนที่เหมาะสม การพัฒนาที่ขาดความสมดุล การที่เมืองมีการเติบโตอย่างไร้ทิศทางโดยได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ เป็นผลให้ต้องเผชิญกับปัญหาสภาวะวดล้อมต่างๆ ปัญหาสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมือง หมายถึง ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในเมืองทั้งทางด้านกายภาพ สังคม และวัฒนธรรม อันเป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์ การขาดแผนการควบคุมการใช้ที่ดินที่เหมาะสมและการจัดการชุมชนเมืองอย่างเป็นระบบทำให้สภาพแวดล้อมของเมืองเสื่อมโทรม การใช้สถาปัตยกรรมในการก่อสร้างไม่เหมาะสมกับสภาพของเมือง อาทิเช่น ป้าย สายไฟฟ้าและโทรศัพท์ ร้านค้า อาคาร และบ้านเรือน เป็นต้น ทำให้ไปบดบังหรือขัดกับลักษณะทางกายภาพของเมือง ทำให้ความสวยงามลดลง

2.3.2.4 ความเสื่อมสลายของสิ่งแวดล้อมศิลปวัฒนธรรม อนุสรณ์และสถานถือเป็นเกียรติของชาติ เป็นสิ่งที่แสดงถึงอารยธรรมและความเจริญในด้านศิลปวัฒนธรรม มีความสำคัญในฐานะมรดกของชาติ เป็นสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นมา ควรค่าแก่การอนุรักษ์ ความหมายในที่นี้คือ ความเสื่อมสลายตามกาลเวลาและอายุขัยของศิลปวัตถุ ได้แก่ อนุสรณ์สถาน โดยมีสาเหตุมาจากการถูกทำลายทั้งจากสภาวะทางธรรมชาติ อาทิเช่น ความเสียหายจากการถูกแดด ฝน ลม มลพิษทางอากาศ ฝนกรด การทรุดตัวของพื้นดิน รวมทั้งความเสียหายจากภัยธรรมชาติ ได่แก่ น้ำท่วม ไฟป่า พายุ และการกระทำของมนุษย์อันเป็นผลมาจากการพัฒนา เช่นการก่อสร้างสมัยใหม่ที่ไม่สอดคล้องกับศิลปวัฒนธรรมดั้งเดิม ตลอดจนการลักลอบขุดหาทรัพย์สิน การรื้อถอนทำลายเพื่อเอาทรัพย์สินและสิ่งมีค่าจากโบราณสถานไปใช้ประโยชน์

2.3.3 <u>ขอบเขตและผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อม</u>

2.3.3.1 ขอบเขตของปัญหาสิ่งแวดล้อม

ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปอาจมีขอบเขตและผลกระทบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการตั้งแต่ลักษณะของปัญหา สภาพและความรุนแรงของปัญหา ปัญหาสิ่งแวดล้อมหากพิจารณาจากผลกระทบและความรุนแรงของปัญหาแล้ว อาจแบ่งขอบเขตของปัญหาออกได้เป็น 3 ระดับ คือ

1 **ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับท้องถิ่น** (National Environmental Problem) เป็นปัญหาที่มีสาเหตุและผลกระทบในลักษณะที่ค่อนข้างจำกัด กล่าวคือ จะมีผลกระทบต่อมนุษย์ ทรัพย์สินของมนุษย์ พืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือภายในอาณาเขตประเทศใดประเทศหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น เช่น ปัญหาอากาศเป็นพิษจากการปล่อยทิ้งกากอุตสาหกรรม หรือการรั่วของสารเคมีจากสถานที่จัดเก็บ เป็นต้น

2 **ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับภูมิภาค** (Regional Environmental Problem) เป็นปัญหาที่มีขอบเขตและผลกระทบกว้างขวางกว่าในระดับท้องถิ่น โดยจะจำกัดขอบเขตอยู่เพียงในเขตใดเขตหนึ่งได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงอาณาเขตของประเทศหรือสภาพทางภูมิศาสตร์ ถือเป็นปัญหาที่ปราศจากพรมแดน ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาดังกล่าวมิได้จำกัดขอบเขตอยู่เพียงเฉพาะในประเทศที่ก่อให้เกิดปัญหาเท่านั้น แต่อาจจะส่งผลไปถึงประเทศเพื่อนบ้านที่อยู่ใกล้เคียงในภูมิภาคเดียวกันได้อีกด้วย เช่น ปัญหาน้ำเสียในกรณีผ่านหลายประเทศ ก่อให้เกิดผลเสียหายในหลายประเทศที่น้ำไหลผ่าน ระบบนิเวศน์เสียสมดุลย์ได้

3 **ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก** (Global Environmental Problem) เป็นปัญหาที่มิได้มีขอบเขตหรือผลกระทบเพียงเฉพาะบริเวณหรือแหล่งปัญหาที่เกิดเท่านั้น แต่ได้ขยายขอบเขตและส่งผลกระทบไปในแนวกว้างทั่วโลก ปัญหาในระดับนี้จะมีผลกระทบต่อมนุษย์ พืช สัตว์ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั่วโลก ซึ่งถือเป็นวิกฤติการณ์อย่างหนึ่งของโลก เป็นภัยที่กำลังคุกคามต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์ในส่วนที่เรียกว่า “ชีวาลัย” หรือระบบนิเวศน์ของโลก เช่น การลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้สารเคมีบางตัวในเครื่องปรับอากาศ และสเปรย์บางชนิด คือ CFC สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน

2.3.3.2 ผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อม

ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือโดยธรรมชาติก็ตาม ได้ส่งผลกระทบและสร้างความเสียหายต่อมนุษย์ พืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมเป็นอันมาก ความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้มีทั้งประเมินออกมาเป็นตัวเงินได้ และที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงิน เช่น ความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ต้องเสียไป หากพิจารณาถึงลักษณะการเกิดปัญหา ความรุนแรงของผลกระทบ สิ่งที่ถูกระทบ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้น ผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมอาจแบ่งออกได้เป็น ดังนี้

1 **ผลกระทบอย่างเฉียบพลัน** (Acute Environmental-disruption) ผลกระทบอย่างเฉียบพลัน เป็นผลกระทบของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในบางเวลา บางสถานที่ในรูปแบบของปรากฏการณ์ที่เห็นได้ชัดเจน ซึ่งโดยทั่วไปมักจะสร้างความเสียหายต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมโดยตรง และในขอบเขตที่กว้างขวาง เช่น การระเบิดของถังแก๊สเหลวที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำให้ประชาชนในบริเวณนั้นเสียชีวิตและเจ็บป่วยจากการสูดดมจำนวนมาก

2 **ผลกระทบอย่างต่อเนื่อง** (Creeping Environmental-disruption) เป็นผลกระทบของปัญหาที่จะแสดงผลในรูปของความเสื่อมโทรมของคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างค่อยเป็นค่อยไปและจะปรากฏให้เห็นในระยะยาว โดยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจะมีขอบเขตที่ค่อนข้าง

กว้างขวาง เช่น ปัญหาภัยแล้งทำให้ประชากรต้องอยู่ในสภาวะที่เสี่ยงต่อความอดอยากหิวโหย เนื่องจากเกิดภาวะขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ พืช และสัตว์ที่ใช้เป็นอาหาร รวมทั้งแหล่งน้ำที่ใช้เพื่อการบริโภคของมนุษย์และสัตว์

3 **ผลกระทบอย่างสะสมความเสี่ยง** (Risk Environmental-disruption) เป็นผลมาจากการใช้เทคโนโลยีในกิจการอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตทั้งในเชิงพาณิชย์และการทหาร การผลิตอาวุธยุทโธปกรณ์ที่มีอำนาจในการทำลายล้างสูงและอย่างกว้างขวาง ซึ่งมนุษย์สามารถควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตรวมทั้งจากตัวผลิตภัณฑ์เหล่านั้นได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งหมายความว่าทุกวันนี้เรายังต้องอยู่บนความเสี่ยงต่อความผิดพลาดและความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมอันอาจจะเกิดขึ้นได้จากการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้น เช่น การสะสมอาวุธเคมีและอาวุธที่ใช้เชื้อแบคทีเรียเป็นตัวทำลายล้าง อาวุธดังกล่าวไม่เพียงแต่เป็นภัยคุกคามอย่างใหญ่หลวงต่อสิ่งมีชีวิต แต่ยังเป็นการสะสมอัตราความเสี่ยงในการใช้เชื้อโรคดังกล่าวเพื่อการทำลายล้างกันอีกด้วย

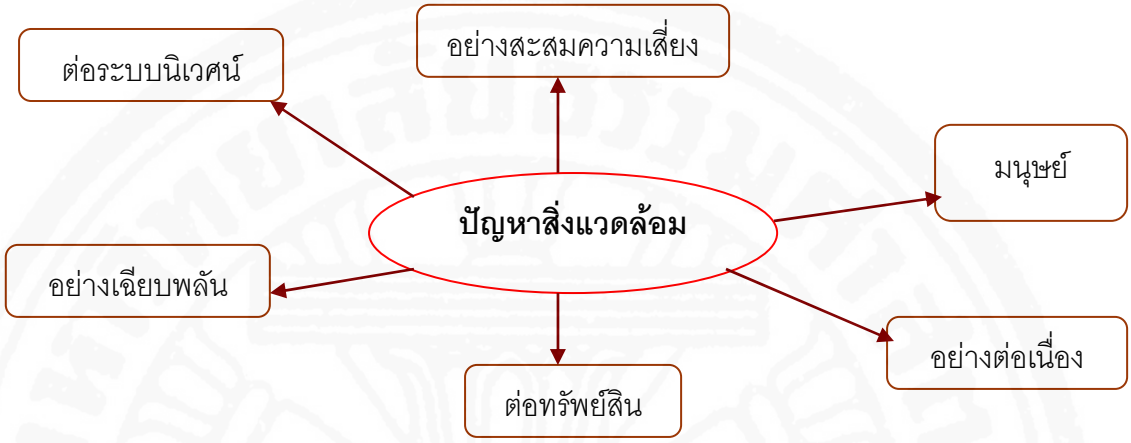
4 **ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์** ในระบบนิเวศน์หนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตต่างมีอิทธิพลซึ่งกันและกันในทางสร้างสรรค์ต่อสิ่งแวดล้อม โดยจะช่วยดำรงสถานภาพของทั้งระบบมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากจนเกินไปซึ่งเป็นผลในระยะยาว เรียกกันว่า สมดุลทางนิเวศวิทยา หากมนุษย์เข้าไปยุ่งมากเกินไปจะทำให้เสียสมดุลได้

5 **ผลกระทบต่อมนุษย์** การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเกิดจากการพัฒนา การเกษตรกรรม หรือการอุตสาหกรรม นอกจากจะทำให้สมดุลในธรรมชาติเดิมต้องเสียหายแล้ว ยังมีผลต่อการสร้างสภาพแวดล้อมใหม่ที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆอีกด้วย

6 **ผลกระทบต่อทรัพย์สินของมนุษย์** ความเสียหายจากปัญหาสิ่งแวดล้อมมิได้มีผลต่อระบบนิเวศน์ พืช และสัตว์ หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์เท่านั้น หากยังมีผลต่อสิ่งแวดล้อมทางกายภาพอื่นๆรวมทั้งทรัพย์สินของมนุษย์ด้วย เช่น กระจกสีตามวิหารต่างๆ ได้รับความเสียหายจากปัญหาฝนกรดซึ่งเกิดจากออกไซด์ของไนโตรเจนจากไอเสียรถยนต์ในอากาศรวมตัวกับน้ำฝนตกลงสู่พื้นและมีสภาพเป็นกรดกัดกร่อนทำลายสิ่งก่อสร้างดังกล่าว รวมทั้งพืชพันธุ์ตามธรรมชาติ ได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมาก

ภาพที่ 2.16

ผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อม



2.4 ลักษณะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม (สุเทพ ธีรศาสตร์,2542)

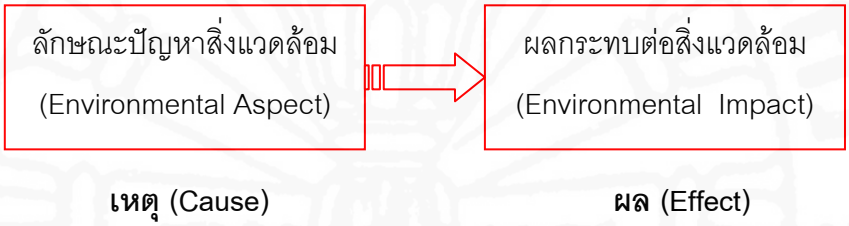
(Environmental Aspect)

องค์กรต้องจัดให้มีและคงไว้ซึ่งวิธีปฏิบัติในการบ่งชี้ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมของกิจกรรม ผลิตภัณฑ์ หรือบริการต่างๆขององค์กรซึ่งเป็นลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่องค์กรสามารถควบคุมได้ และรวมถึงลักษณะสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะมีอิทธิพล เพื่อที่จะบอกว่าลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้นมีหรือสามารถที่จะทำให้มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม องค์กรต้องทำให้มั่นใจว่าลักษณะปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวพันกับผลกระทบที่มีนัยสำคัญเหล่านี้ได้นำมาพิจารณาในการกำหนดวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กร

ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Aspect) คือส่วนประกอบที่สำคัญของกิจกรรม ผลิตภัณฑ์หรือบริการขององค์กรที่สามารถมีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่อาจมีผลดี (Positive) หรือ ผลร้าย (Negative) ต่อสิ่งแวดล้อมก็ได้ และแต่ละลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) จนทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงได้ในระดับที่แตกต่างกัน เราเรียกลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สามารถทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือได้รับผลกระทบมากว่า **ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ** (Significant Environmental Aspect) และเรียกผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลกระทบที่รุนแรง หรือสามารถบอกถึงความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงว่า **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ** (Significant Environmental Impact)

ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environmental Aspect) กับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) เป็นเรื่องที่สัมพันธ์กับเหตุและผล โดยที่ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นเหตุ ส่วนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นผล โดยที่หนึ่งลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม อาจมีหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลกระทบที่ได้อาจจะเป็นผลดีหรือร้ายก็ได้

ภาพที่ 2.17
ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



2.4.1 <u>ขอบเขตของการวิเคราะห์ลักษณะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม</u>

ขอบเขตของการวิเคราะห์ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมจะพิจารณาใน 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ **การควบคุมทางตรง** และ**การควบคุมทางอ้อม** การควบคุมทางตรงจะพิจารณาในสิ่งที่เราสามารถควบคุมได้โดยตรง (Direct Control) นอกเหนือไปจากนี้คือการควบคุมทางอ้อม ดังนั้นการที่จะมีทั้งการควบคุมได้โดยตรงและทางอ้อม ก็ต้องเข้าใจและรู้ว่ามีปัญหาที่กระทบด้านสิ่งแวดล้อมอะไร อันอาจเกิดจาก ผู้รับเหมา ผู้ขาย ผู้รับจ้าง ภายในกระบวนการ กิจกรรมของหน่วยงาน รวมถึงหลังจากขายผลิตภัณฑ์ไปแล้ว การขนส่ง การเก็บ การใช้ประกอบ การติดตั้ง การบริโภค จนกระทั่งเศษจากการใช้งาน สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4

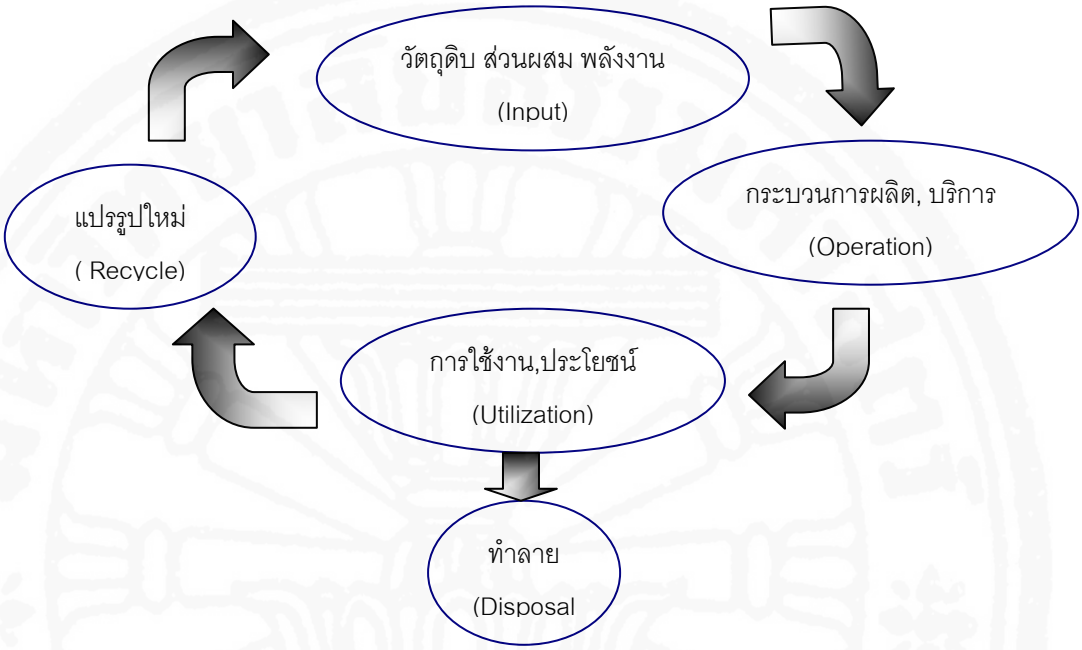
ขอบเขตของการวิเคราะห์ลักษณะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

มีอิทธิพลในการชักจูง (Influence)	**ควบคุมทางตรง** (Direct Control)	**มีอิทธิพลในการชักจูง** (Influence)
Input	Process	Output
• ผู้ขาย • วัตถุดิบ • ผู้รับเหมา • ทรัพยากรธรรมชาติ • ผู้ส่งมอบ • รับจ้าง • พลังงาน • ภาชนะบรรจุ • ส่วนผสมอื่นๆ	หน่วยงานที่จัดระบบEMS กิจกรรม/ผลิตภัณฑ์/บริการ • ออกแบบ • จัดซื้อ • ผลิต • ตรวจสอบ • บรรจุ • เก็บรักษาซ่อม	• ผลิตภัณฑ์ • ผู้บริโภค • ของเสีย • มลพิษ • แปรรูป • นำไปใช้ใหม่ • ทำลาย • เศษขยะ

กิจกรรมต่างๆ ที่ต้องนำมาพิจารณา ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบ การจัดซื้อ การขาย การตรวจสอบ การผลิต ฯลฯ ในแง่ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องพิจารณา เพื่อดูส่วนประกอบต่างๆ ว่าแต่ละส่วนประกอบ ส่วนผสม มีที่มาจากอะไรบ้าง ส่งผลในแง่สิ่งแวดล้อมมากแค่ไหน ซึ่งหากสามารถเปลี่ยนหรือทดแทนโดยตัวอื่นที่ดีขึ้นก็จะทำให้สิ่งแวดล้อมลดน้อยลงไปมากเท่าใด ส่วนบริการที่จะต้องนำมาพิจารณา เช่น การขนส่ง ทำความสะอาด ติดตั้งประกอบ นั่นหมายความว่าจะต้องพิจารณาตลอดทั้งวงจรของผลิตภัณฑ์ ที่ต้องผ่านกระบวนการต่างๆ การใช้งาน ส่วนที่เหลือจากการใช้งานอาจทำลายหรือนำกลับมาใช้ใหม่ นำไปแปรรูป เกิดเป็นวงจรแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 2.18

วงจรของผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle)



2.4.2 <u>วิธีการพิจารณาลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม</u>

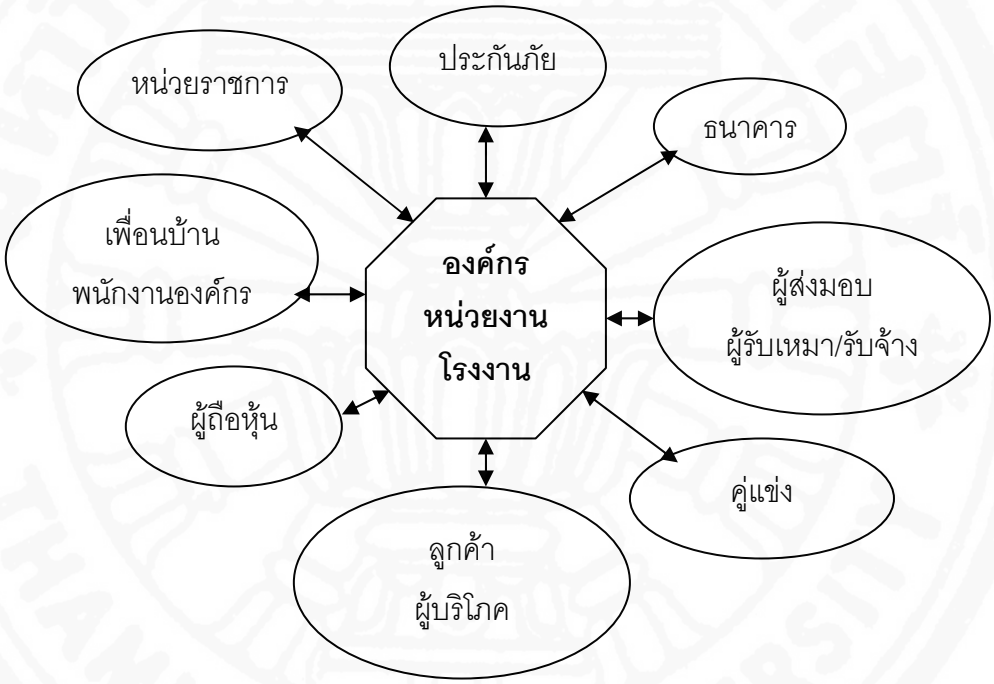
จุดประสงค์ก็เพื่อที่จะค้นหา วิเคราะห์ดูว่า มีลักษณะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมหรือประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอะไรบ้าง อยู่ที่ไหนบ้าง ในส่วนของกิจกรรม ผลิตภัณฑ์หรือบริการของหน่วยงาน ที่เคยเกิดมาแล้ว ที่กำลังมีปัญหาหรืออาจจะมีในกรณีที่แผนโครงการจะทำกิจกรรมอะไรในอนาคต เพื่อจะทำให้เกิดความชัดแจ้ง ที่จะสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุแล้วสามารถเข้าทำการควบคุมได้โดยตรงหรือทางอ้อมได้ ซึ่งขึ้นกับดุลยพินิจของผู้รับผิดชอบในการพิจารณาที่จะใช้ 1 วิธีหรือมากกว่า 1 วิธี หรือการผสมผสานของแต่ละวิธีก็ได้ตามความเหมาะสม อันประกอบด้วยวิธีต่างๆดังนี้

2.4.2.1 การวิเคราะห์โดยศึกษาผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือได้รับผลกระทบ (Stakeholder Analysis)

การดำเนินกิจกรรมใดๆ ก็ตามย่อมมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น และส่งผลถึงผู้มีส่วนใดส่วนเสียและผู้เกี่ยวข้อง (Stakeholder and Interested Party) โดยเฉพาะหน่วยงานหรือองค์กร เมื่อมีกิจกรรมใดๆ เกิดขึ้น ผลของกิจกรรม ผลิตภัณฑ์หรือบริการย่อมส่งผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อม เมื่อกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ย่อมมีคนหรือกลุ่มคนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมจะได้รับผลด้วย ดังนั้น จึงต้องให้ความสำคัญต่อบุคคลหรือกลุ่มบุคคลต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้

ภาพที่ 2.19
ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือได้รับผลกระทบ



2.4.2.2 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อบริเวณรอบๆหน่วยงาน (Site-based Analysis)

การวิเคราะห์ผลกระทบต่อบริเวณรอบๆหน่วยงานนี้ ควรจะมีแผนที่ประกอบว่า รอบๆหน่วยงานขององค์กรมีอะไรมาเกี่ยวข้องบ้าง ทั้งภายในหน่วยงาน รอบๆหน่วยงาน รอบๆหน่วยงาน ที่เกิดผลของกิจกรรม ผลิตภัณฑ์และบริการของหน่วยงานจะไปส่งผลกระทบ ยกตัวอย่างดังภาพ เช่น โรงงานประกอบด้วย

- ชุมชน มีลักษณะปัญหาอะไรบ้างที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน เช่น เสียงดัง,ควัน,ฝุ่น
- แม่น้ำ มีลักษณะปัญหาอะไรบ้างจะส่งผลกระทบต่อแม่น้ำ
- ถนน มีลักษณะปัญหาจากกิจกรรมอะไรบ้าง เช่น การขนส่ง
- เขตการเกษตร มีปัญหาอะไรบ้าง เช่น ควัน, ฝุ่น

- วัด/โบสถ์ วัดเป็นที่ชุมชนจึงต้องระวังมากเป็นกรณีพิเศษ
- สวนสาธารณะ ที่มีคนมาใช้ประโยชน์ร่วมกัน
- แหล่งพักผ่อน เช่น ทะเล ภูเขา
- ภายในหน่วยงานเอง

2.4.2.3 การวิเคราะห์จากกระบวนการของหน่วยงาน (Process-based Analysis)

วิธีการนี้จะเป็นการใช้สิ่งที่ป้อนเข้าไป-ออกมา (Input-Output) มาวิเคราะห์ ขั้นตอนกว้างๆ จะมี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 : วิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของบริษัท (Company Flow diagram) มี 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. ส่วนที่ควบคุมทางอ้อม (Influence) อันเกิดจาก ผู้ขาย ผู้ส่งมอบ ผู้รับเหมา รับจ้าง เป็นกระบวนการของ Input นั่นเอง ดังนั้นสิ่งที่เรานำเข้ามาในองค์กรก็จะเป็น วัตถุดิบ บริการต่างๆ ส่วนผสม พลังงาน ทรัพยากรต่างๆอื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนที่เราซื้อเข้ามา ขบวนการจัดซื้อจะเข้ามามีบทบาทตรงนี้ เพื่อควบคุมสิ่งที่จะนำเข้ามา ดังนั้นการวิเคราะห์ต้องดูส่วนประกอบอื่นๆด้วย
2. ส่วนที่ควบคุมได้โดยตรง (Direct Control) ก็คือ กิจกรรม ผลิตภัณฑ์ และบริการ ต่างๆ ที่เป็นส่วนของหน่วยงานที่ผู้บริหารสามารถสั่งการควบคุมได้โดยตรง
3. ส่วนที่ควบคุมทางอ้อม (Influence) อันเกิดจากผู้ซื้อ ผู้บริโภค/ผู้ใช้ ซึ่งเป็นกระบวนการ Output นั่นเอง หน่วยงานจะต้องพิจารณาดูว่ามีประเด็นอะไรบ้าง ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่สามารถควบคุมทางอ้อมได้ตามขอบเขตนี้

ตารางที่ 2.5

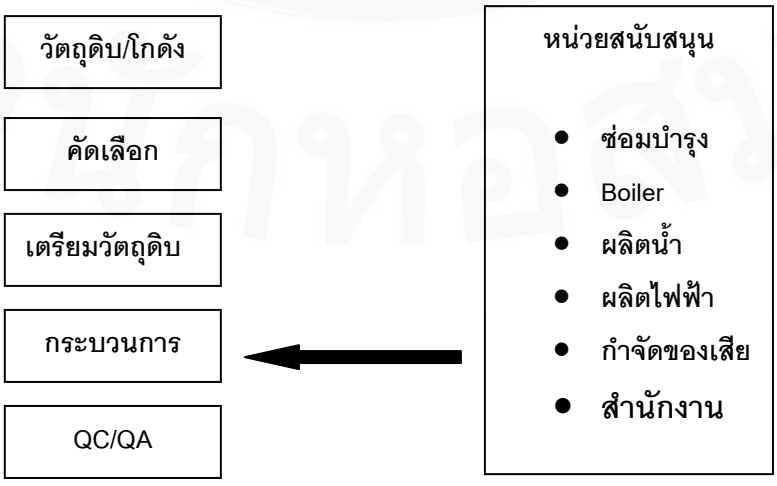
วิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของบริษัท (Company Flow Diagram)

ควบคุมทางอ้อม	ควบคุมโดยตรง	ควบคุมทางอ้อม
Input • ผู้ขาย • ผู้รับเหมา • ผู้รับจ้าง • ผู้ส่งมอบ • วัตถุดิบ • ทรัพยากรธรรมชาติ • พลังงาน • ภาชนะบรรจุ • ส่วนผสม	หน่วยงาน บริษัท องค์กร (กิจกรรมต่างๆ)	Output • ผลิตภัณฑ์ • ของเสีย • Pollution • เศษวัสดุ • ผู้บริโภค • นำไปแปรรูป • ใช้ใหม่ • ทำลาย

ขั้นตอนที่ 2 : วิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของส่วน / แผนก (Department Flow diagram) ขั้นตอนนี้จะทำให้เห็นในรายละเอียดของส่วนที่เป็นการควบคุมได้โดยตรงว่าแต่ละแผนก/งาน กิจกรรมต่างๆ มีอะไรบ้าง และแต่ละขั้นตอนมีลำดับอะไร จะทำให้เข้าใจกิจกรรมทั้งหมดเพื่อที่จะได้รู้ว่าในแต่ละกิจกรรมมีปัญหาอะไร อยู่ที่กิจกรรมไหน สามารถแสดงได้ดังรูป

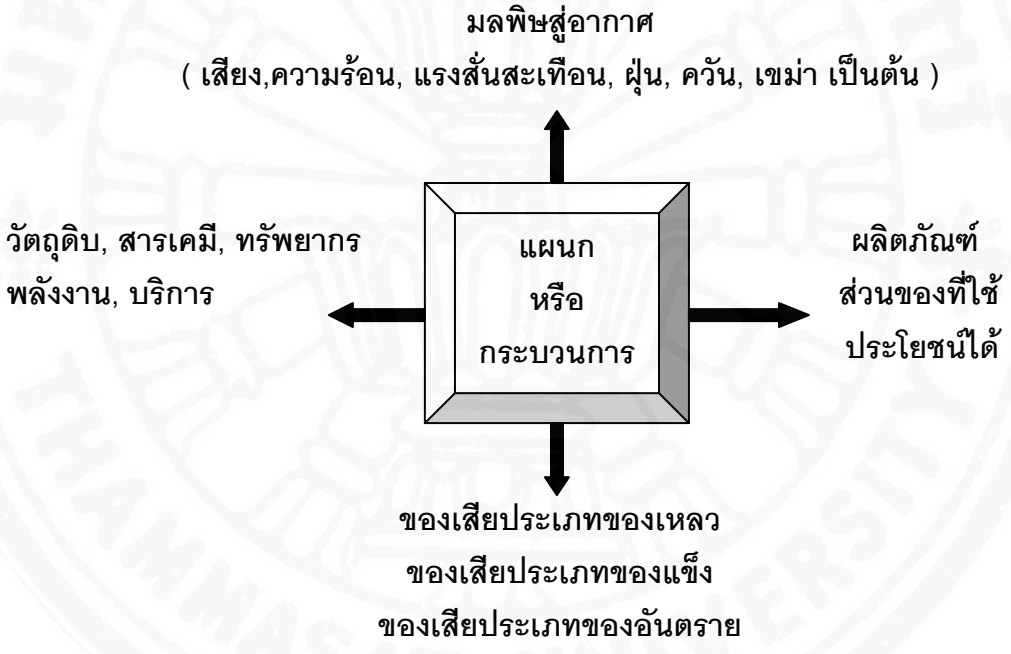
ภาพที่ 2.20

วิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของส่วน/แผนก



ขั้นตอนที่ 3 : **วิเคราะห์กระบวนการ (Process Flow diagram)** ส่วนนี้จะคล้ายกับขั้นตอนที่ 2 แต่จะลงรายละเอียดถึงว่าจะมีการใช้ทรัพยากรอะไร (Input) มีอะไรออกมาจากกระบวนการ (Output) ซึ่งการวิเคราะห์จะมีข้อมูลที่สามารถระบุว่ามีปริมาณ Input, Output เท่าไร ซึ่งเป็นหลักการของ Mass Balance พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลรายละเอียดอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น ระยะเวลา สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังภาพ

ภาพที่ 2.21
การวิเคราะห์ Input-Output ใน 1 ขั้นตอนของกระบวนการ



2.4.2.4 การวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ (Product-based Analysis)

ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ก็จะใช้หลักการวิเคราะห์วงจรผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ว่ามี Input, Output อะไร ตั้งแต่เป็นผลิตภัณฑ์ จนกระทั่งถูกใช้งาน ถูกทำลาย ลองพิจารณาคำถามเหล่านี้ เพื่อจะใช้ช่วยให้เห็นประโยชน์บ้าง

- ส่วนประกอบใดบ้าง มีการสร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมาก สามารถหาวัสดุ อื่นทกแทนได้หรือไม่ มีกฎหมายประกาศห้ามหรือไม่

- ขณะใช้งาน ติดตั้ง ประกอบ มีความคล่องตัว เปลืองวัสดุ เปลืองพลังงาน ยุ่งยากหรือไม่ จะออกแบบใหม่ ใช้วัสดุใหม่ ให้ใช้งานสะดวกไม่มีปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้หรือไม่ขณะใช้งาน สิ้นเปลืองพลังงานมาก เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมากหรือไม่
- หลังบริโภค หลังการใช้มีเศษที่เหลือที่มีปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ นำกลับมาใช้ใหม่ นำกลับมาแปรรูปได้หรือไม่

หากมีคำถามต่างๆ ข้างต้นจะทำให้มองเห็นว่ามีปัญหากระทบต่อสิ่งแวดล้อมอะไรบ้างมีช่องทางที่จะปรับปรุงจากปัญหานี้ได้หรือไม่ เพื่อจะทำให้เกิดการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

เฉพาะผลิตภัณฑ์เองก็สามารถวิเคราะห์หาปัญหาที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ และจะเป็นประโยชน์ในแง่การตลาดเอง ที่จะออกแบบ ใช้วัสดุให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า ประหยัดกว่า แต่ก็จะต้องวิเคราะห์ว่ามีประเด็นอะไรบ้าง

2.4.2.5 การวิเคราะห์โดยการรวมกรรมวิธีต่างๆเข้าด้วยกัน (Combination Analysis)

แม้ว่าแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมตามแต่ละกิจกรรม และมีความซับซ้อนแตกต่างกันไป มีข้อดีข้อเสีย ที่แตกต่างกัน ไม่มีกฎตายตัวว่าจะต้องเลือกวิธีการไหนโดยเฉพาะ การรวมหลายๆวิธีเข้าด้วยกันก็จะทำให้เห็นปัญหาครอบคลุมมากกว่า และทำให้ทราบว่ามีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอะไร อยู่ที่ไหน และส่งผลกระทบต่อใครบ้าง

การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง 5 วิธี จะทำให้หน่วยงานรูปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากกิจกรรมขององค์กร เกิดจากผลิตภัณฑ์หรือบริการของตนว่ามีอะไรบ้างจะได้เข้าไปควบคุมและแก้ไขได้ถูกต้อง ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับกิจกรรมและผลิตภัณฑ์หรือบริการที่แตกต่างกันไป

2.5 การประเมินลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ (Significant Aspects Assessment)

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ รวบรวมว่ามีประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว จะต้องพิจารณาต่อไปว่าประเด็นไหนที่สำคัญ เด่นชัด เพราะบางครั้งปัญหาอาจมีมาก ไม่สามารถแก้ไขทุกปัญหาได้ และบางปัญหาก็ไม่ได้มีผลกระทบมากนัก ฉะนั้นขั้นตอนถัดไปคือ ต้องเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาว่าสิ่งที่รวบรวมมาได้ทั้งหมด ปัญหาใดบ้างที่สำคัญ ประเด็นก่อนอื่นที่จะต้องนำมาพิจารณาตั้งเป็นเกณฑ์พิจารณา คือ “ นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม “

นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมมีสาระสำคัญ คือ

- ปฏิบัติตามข้อกฎหมายและกฎระเบียบต่างๆ รวมถึงกฎระเบียบอันเกิดจากที่หน่วยเป็นสมาชิกด้วย
- มีการป้องกันมลภาวะ/ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม
- มีการพัฒนาปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นการตั้งเกณฑ์พิจารณาที่จะให้บรรลุตามนโยบายข้างต้น จึงควรพิจารณาทั้งสองกลุ่มตามตารางข้างล่างดังนี้

ตารางที่ 2.6

เกณฑ์การพิจารณาประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม	**ประเด็นทางธุรกิจ**
• โอกาสที่จะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม • ระดับผลกระทบ • ความยาวนานของผลกระทบ • ความรุนแรง • ความสามารถในการควบคุม • ความสามารถในการตรวจสอบ • ปริมาณผลกระทบ • ความยากง่ายต่อการตรวจสอบ	• ข้อกฎหมาย • การป้องกันมลภาวะ/ปัญหา • ความสนใจของผู้เกี่ยวข้อง • ความสามารถในการลด หรือเปลี่ยนแปลง • ความเสียหายทางธุรกิจ • ความเสียหาย/ค่าใช้จ่ายในการลดผลกระทบ/งบประมาณ • ผลกระทบต่อกิจกรรมอื่นๆ • ความยากง่ายของการลดปัญหา • การนำมาใช้ใหม่/แปรรูปใหม่

ในการประเมินลักษณะปัญหาที่สำคัญ อาจจะมีหลายวิธี ชื่อแตกต่างกันไป เลือกวิธีการใดการหนึ่งหรือรวมหลายๆ วิธีการเข้าด้วยกัน หรือสามารถประยุกต์วิธีการที่ยกตัวอย่าง ยกตัวอย่าง 5 วิธี ดังต่อไปนี้

2.5.1 <u>วิธีที่ 1 : แบบง่าย</u>

วิธีการนี้อาจจะเรียงลำดับ 1 2 3 หรือ A B C ตามความสำคัญ โดยจัดเรียงเกณฑ์การพิจารณาไปอยู่ในแต่ละหัวข้อตามความสำคัญ

วิธีการนี้จะไม่ซับซ้อน และสามารถดูเป็นข้อมูลเบื้องต้น เหมาะสำหรับกิจกรรมที่ไม่ซับซ้อน แต่ก็มีข้อเสียคือ ไม่สามารถบอกสาเหตุได้ว่าทำไม หากต้องการเจาะถึงปัญหาที่จะสามารถแก้ไขได้ วิธีการนี้อาจจะต้องประยุกต์บ้าง สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตาราง

ตารางที่ 2.7

วิธีที่ 1 การวิเคราะห์แบบง่ายๆ

ประเภท	ลำดับความสำคัญของปัญหา	เกณฑ์การประเมินความสำคัญ
A หรือ 1	สูง ต้องรีบดำเนินการควบคุมหรือแก้ไข	- ละเมิดข้อกฎหมาย กฎระเบียบ - ผลกระทบปริมาณมาก อันตรายในสภาพปกติ - เกินเกณฑ์กำหนดของหน่วยงาน - เป็นสาเหตุของเหตุการณ์ฉุกเฉิน
B หรือ 2	ปานกลาง ดำเนินการควบคุมหรือปฏิบัติต่อไป	- อันตรายต่อคน/สิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ผิดปกติ - เกินค่าเกณฑ์กำหนดของหน่วยงานในกรณีกระบวนการมีปัญหาซึ่งโอกาสเกิดมีมากแต่ตรวจวัดยาก - โอกาสสร้างความเสียหายเป็นเงินมาก - มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ - มีข้อร้องเรียนซ้ำเกิดขึ้นอีกเนื่องจากอดีต - เกี่ยวข้องกับผู้ถือหุ้น

C หรือ 3	ต่ำ การดำเนินการอาจไม่ต้องรีบมากนักแต่ใช้สำหรับพิจารณาในอนาคต	- ส่งผลกระทบน้อย - เกินค่าเกณฑ์กำหนดของหน่วยงานนานๆจะมีข้อร้องเรียน - โอกาสเกิดปัญหาน้อย

2.5.2 <u>วิธีที่ 2 : แบบให้คะแนนเกณฑ์กำหนดเท่ากัน</u>

กล่าวคือจะต้องตั้งเกณฑ์การพิจารณาขึ้นมาให้คะแนนแต่ละเกณฑ์กำหนด คะแนนเท่ากัน หรือตอบ ใช่/ไม่ใช่ ก็ได้

หมายเหตุ -เกณฑ์การพิจารณาหรือประเมิน สามารถกำหนดให้สอดคล้องตามปัญหาและกิจกรรมความสอดคล้องของหน่วยงาน

- แต่ละช่อง หากเกี่ยวข้องจะให้คะแนน 1 คะแนน หากไม่เกี่ยวข้องให้ 0 คะแนน
-รวมคะแนนตามแนวตั้ง
-หากคะแนนไหนมากกว่าก็จะสำคัญกว่า

2.5.3 <u>วิธีที่ 3 : แบบการให้น้ำหนักแต่ละเกณฑ์กำหนดต่างกัน</u>

วิธีการนี้จะประเมินตามความสำคัญของแต่ละเกณฑ์กำหนด วิธีที่ 2 ที่ผ่านมา จะเห็นว่าแต่ละเกณฑ์กำหนดที่นำมาพิจารณาจะมีคะแนนเท่ากันหมด ไม่ว่าเรื่องนั้นจะสำคัญหรือไม่ แต่วิธีที่ 3 นี้จะมองเกณฑ์ที่พัฒนาไม่เท่ากัน ให้ความสำคัญแต่ละเรื่องไม่เท่ากัน เช่น ประเด็นข้อกฎหมาย, ประเด็นความรุนแรงต่อผลกระทบ จะให้ความสำคัญมากกว่า

2.5.4 <u>วิธีที่ 4 : แบบพิจารณาเกณฑ์หลักรวมๆกัน</u>

<u>หมายเหตุ</u>

- ประเด็น / ลักษณะปัญหา : 1-12
- A, B, C, D : เกณฑ์ประเมิน ; ควรเป็นกลุ่มหลักไม่มากนัก เช่น การควบคุม, ความเป็นไปได้, ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย, ข้อกฎหมาย เป็นต้น
- การจัดลำดับความสำคัญ : ให้กำหนดช่วงคะแนนเองว่าช่วงเท่าไรสูง ปานกลาง หรือต่ำ สามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสม

- กำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจน เช่น

A : 5 – 1

B : 3 – 1

C : 5 – 1

D : 3 – 1

อื่นๆ และควรกำหนดเกณฑ์คะแนนด้วย

2.5.5 <u>วิธีที่ 5 : แบบวิเคราะห์ถึงสาเหตุ</u>

วิธีนี้อาจดูยาก แต่จะเข้าใจสาเหตุของประเด็นปัญหาด้วยว่าทำไมถึงสำคัญ เมื่อมราบเราจะแก้ไขได้ อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลักใหญ่ๆ ดังนี้

2.5.5.1 เกณฑ์พิจารณาความเป็นไปได้ / โอกาสจะเกิดปัญหา

โดยจะมีเกณฑ์ย่อยอีก คือ

1. การควบคุม

- มีวิธีการทำงาน / ดำเนินงานที่ชัดเจนอยู่หรือไม่ หากมีวิธีที่ชัดเจน โอกาสเกิดปัญหาก็น้อย หากไม่ชัดเจน ปัญหาก็สูง
- อยู่ในระบบปิดหรือไม่ คือสามารถควบคุมได้หรือไม่ โอกาสเกิดปัญหาจะน้อยตามไปด้วย
- พนักงานได้รับการอบรมให้เข้าใจวิธีการทำงานและวิธีการแก้ไขป้องกันหรือไม่ ถ้าพนักงานไม่เข้าใจ ไม่ได้รับการอบรม โอกาสเกิดปัญหามีมาก
- มีการตรวจสอบอยู่หรือไม่ หากมีการตรวจสอบ ควบคุมอยู่เสมอก็จะเห็นปัญหาและแก้ไขป้องกันได้ง่าย
- มีระบบป้องกันอยู่แล้วหรือไม่ หากมีโอกาสเกิดปัญหาจะน้อย

2. สภาพ / สถานะของสารที่จะเกิดส่งผลกระทบ และความรุนแรงจะไม่เท่ากัน เช่น ก๊าซ โอกาสที่จะเกิดปัญหามีสูงกว่า จะตั้งคะแนนไว้สูงกว่า

3. ความถี่ของเหตุการณ์ที่ผ่านมา จะพิจารณาว่ามีเหตุการณ์เคยเกิดในอดีตหรือไม่ มีข้อร้องเรียนมาหรือไม่

2.5.5.2 เกณฑ์พิจารณาด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม/ความปลอดภัย

โดยจะมีเกณฑ์พิจารณาย่อยออกไปอีกคือ

1 **ระดับอันตราย**

** ต่อความปลอดภัยและสุขอนามัยของคนที่เกี่ยวข้อง โดยจะดูตั้งแต่ระดับไม่มีผล จนถึงรุนแรง ยกตัวอย่างเช่น

- ไม่มีผลกระทบ : คะแนนต่ำสุด คือ 0
- ไม่มีพิษแต่อาจเป็นเหตุให้หมดสติได้
- อาจส่งผลให้ไอและระคายเคืองระบบหายใจ
- อาจเป็นเหตุให้เกิดโรครุนแรง
- อาจเป็นเหตุให้ถึงเสียชีวิต : คะแนนสูงสุด

** ต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีประเด็นหลายอย่าง เช่น

<u>อากาศ</u>

- ไม่มีผลกระทบ : คะแนนต่ำสุด คือ 0
- เป็นเหตุให้เกิดกลิ่นแรง
- เป็นเหตุให้อุณหภูมิโลกร้อนขึ้น ทำลายชั้นบรรยากาศของโลก
- เป็นพิษต่อพืช คน สัตว์ : คะแนนสูงสุด

<u>น้ำ</u>

- ไม่มีผลกระทบ : คะแนนต่ำสุด คือ 0
- ปนเปื้อนในน้ำ และส่งผลกระทบระยะยาว
- ค่า BOD , COD สูงและเป็นพิษต่อจุลินทรีย์
- ส่งผลระยะยาวต่อคุณภาพน้ำ
- ส่งผลรุนแรงต่อสัตว์น้ำ : คะแนนสูงสุด

<u>ดิน</u>

- ไม่มีผลกระทบ : คะแนนต่ำสุด คือ 0
- ส่งผลกระทบระยะสั้น แต่ไม่อันตราย
- ส่งผลกระทบระยะสั้น แต่สามารถกำจัด / ทำลายได้
- ส่งผลกระทบระยะยาว แต่สามารถกำจัด / ทำลายได้
- ส่งผลกระทบระยะยาวและยากต่อการแก้ไข : คะแนนสูงุด

การสร้างความรำคาญ

- ไม่มีข้อร้องเรียน : คะแนนต่ำสุด คือ 0
- พนักงานจะร้องเรียน
- พนักงานจะร้องเรียน
- ชุมชนจะร้องเรียน : คะแนนสูงสุด

2 **ปริมาณที่ถูกปล่อยออกมา**

- ต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด : คะแนนต่ำสุด คือ 0
- ช่วงต่างๆสามารถกำหนดเองได้

3 **ระยะเวลาที่ปล่อยออกมาต่อปริมาณข้างต้น**

4 **ข้อกฎหมายและกฎระเบียบทีเกี่ยวข้อง**

2.6 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment : EIA)

ในการดำเนินงานตามโครงการพัฒนาต่างๆ ทั้งของรัฐและเอกชนเพื่อยกระดับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศจำเป็นต้องมีการนำทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ มาใช้เป็นปัจจัยในการผลิตทั้งสิ้น ในการใช้ทรัพยากรดังกล่าวหากใช้โดยปราศจากความระมัดระวังหรือปราศจากการวางแผนที่ดีพอย่อมก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นมาได้ การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment : EIA) เป็นมาตรการประการหนึ่งที่ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อควบคุมผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากการดำเนินการของโครงการหรือกิจกรรมเหล่านั้น โดยกำหนดให้เจ้าของโครงการหรือกิจการบางประเภทต้องจัดทำรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก่อนที่จะดำเนินงานนั้นๆ ดังนั้นหากให้นิยามความหมายของการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นไปดังนี้

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment) หมายถึงกิจกรรมที่ออกแบบให้สามารถชี้และทำนายผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ทั้งในทางบวกและทางลบของโครงการพัฒนาที่จะมีผลต่อสภาพแวดล้อม ทั้งทางด้านกายภาพชีวภาพ การใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และต่อคุณภาพชีวิต รวมทั้งการพิจารณาและเสนอแนะมาตรการที่จะใช้ในการลดและป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตลอดจนแผนการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการ เพื่อป้องกันผลเสียหายที่จะเกิดขึ้นด้วย ดังนั้น ในการพัฒนาต่างๆ กระบวนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมนอกจากแสดงถึงผลกระทบอันเกิดจากการดำเนิน

โครงการแล้ว ยังเน้นการป้องกันทางด้านสิ่งแวดล้อมในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การวางแผนโครงการ การดำเนินโครงการ รวมทั้งการกำหนดมาตรการการแก้ไขและลดปัญหาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นด้วย เพื่อที่จะให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและมีประโยชน์สูงสุด ในการศึกษาถึงการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน จะทำการศึกษาถึงผลกระทบที่จะเกิดต่อระบบของสิ่งแวดล้อมใน 4 ด้าน ดังนี้

1. **ผลกระทบด้านทรัพยากรกายภาพ** (Physical Resources) เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อสภาพทางธรรมชาติของบริเวณที่ตั้งโครงการและพื้นที่โดยรอบ โดยศึกษาถึงลักษณะของดิน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำทะเล อากาศ เสียง และตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้องทางด้านกายภาพว่าจะเปลี่ยนไปอย่างไร

2. **ผลกระทบด้านทรัพยากรนิเวศวิทยา** (Ecological Resources) เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรระบบนิเวศน์ ทั้งทางบกและในน้ำ สำหรับทรัพยากรนิเวศวิทยาทางบกนั้นจะทำการศึกษาครอบคลุมทั้งพืชและสัตว์ในบริเวณโครงการและพื้นที่ใกล้เคียง โดยศึกษาถึงชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของพืชและสัตว์ที่พบในพื้นที่ศึกษา การอพยพย้ายถิ่นของประชากรสัตว์ รวมทั้งพืชและสัตว์ที่หายาก ในส่วนทางน้ำจะศึกษาถึงสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ในน้ำครอบคลุมถึงชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของพืชและสัตว์น้ำในบริเวณโครงการและพื้นที่ใกล้เคียง

3. **ผลกระทบด้านคุณค่าต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์** (Human-used Value) เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทั้งทางกายภาพและชีวภาพของมนุษย์ โดยจะทำการสำรวจและศึกษาถึงวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในบริเวณที่ตั้งโครงการและพื้นที่ใกล้เคียงในเรื่องของการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติต่างๆ เช่น การใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค การประมง การขนส่ง การนันทนาการและอื่นๆ

4. **ผลกระทบด้านคุณค่าต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์** (Quality of Life Value resources) เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ โดยจะศึกษาถึงสภาพทางเศรษฐกิจ สังคม การสาธารณสุข อาชีวอนามัย ขนบธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม แหล่งท่องเที่ยว และสันทนาการ รวมทั้งความปลอดภัยในชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงที่ตั้งของโครงการ

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่ละอย่างจะมีความยาวนาน (Duration of Impact) ที่ต่างกันโดยแบ่งออกได้เป็นผลกระทบในระยะเวลาสั้นๆ (Short-Term Reversible Effect) และผลกระทบในระยะเวลายาว (Long-Term Reversible Effect)

2.6.1 <u>ความสำคัญและประโยชน์ของการวิเคราะห์ผลกระทบ</u>

มีประโยชน์หลากหลายดังต่อไปนี้

- เป็นเครื่องมือในการคาดการณ์และประเมินผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจากโครงการหรือกิจการโดยเปรียบเทียบกับสภาวะที่ไม่มีโครงการนั้นๆ ทั้งนี้ เพื่อที่จะได้จัดเตรียมมาตรการป้องกันผลกระทบดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในภายหลัง
- ช่วยให้มีการนำปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมไปใช้ในการวางแผนโครงการและใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุนหรือพัฒนาโครงการ รวมทั้งเป็นข้อมูลสำหรับสาธารณชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบายและมาตรการเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบจากโครงการพัฒนาต่างๆ
- ช่วยลดปัญหาและข้อขัดแย้งระหว่างกลุ่มผลประโยชน์ต่างๆ ที่ได้รับผลกระทบจากโครงการหรือกิจการดังกล่าว รวมทั้งช่วยป้องกันปัญหาความขัดแย้งระหว่างรัฐและประชาชนที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรอีกด้วย
- เป็นแนวทางในการตรวจติดตามผลกระทบต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมภายหลังจากที่ได้มีการจัดสร้างและดำเนินการตามโครงการดังกล่าวแล้ว
- เป็นหลักประกันในการใช้ทรัพยากรในระยะยาว