บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถานภาพของคุณภาพน้ำ

2.1.1 ทรัพยากรน้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ทดแทนได้ เมื่อน้ำถูกใช้ไปก็จะมีการระเหยสู่บรรยากาศ และตกลงมา เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ และละอองน้ำ ด้วยกระบวนการควบแน่น จากลักษณะและกระบวนการดังกล่าว น้ำจึงจำเป็นที่จะต้องมีอยู่ในสิ่งแวดล้อมเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งอื่นๆ บนโลก

2.1.2 น้ำเสีย มีความหมายของน้ำเสียตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้คำนิยามว่า “น้ำเสีย” หมายถึง “ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น”

2.1.3 คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน								
ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1.สี กลิ่นและรส (Colour,Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ’	ธ’	ธ’	-	-
2.อุณหภูมิ (Temperature)	◌ำซ	-	ธ	ธ’	ธ’	ธ’	-	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง
3.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-	เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter)ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric
4.ออกซิเจนละลาย (DO)[2/]	มก./ล.	P20	ธ	6.0	4.0	2.0	-	Azide Modification
5.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	ธ	1.5	2.0	4.0	-	Azide Modificationที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน

6.ไนเตรต (NO3)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	5.0	-	Cadmium Reduction
7.แอมโมเนีย (NH3)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	0.5	-	Distillation Nesslerization
8.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	ธ	1.0	-	Atomic Absorption -Direct Aspiration

หมายเหตุ [1/]กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

[2/] ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ'อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

2.1.4 ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended solids : ss)

สารแขวนลอย หมายถึง ส่วนมากไม่ละลายน้ำแต่มีขนาดเล็กพอที่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ หาได้โดยการกรองด้วยกระดาษกรองชนิดพิเศษเรียกว่า กระดาษกรองใยแก้ว (วอทแมน จีเอฟ/ซี) แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 -105 องศาเซลเซียส ชั่งหาน้ำหนักที่ เพิ่มขึ้นบนกระดาษกรอง (คู่มือการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี, 2537)

2.1.4.1 การจำแนกสารแขวนลอย

ของแข็ง (Solids) หมายถึงสารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยด้วยไอน้ำและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 - 105 องศาเซลเซียส สิ่งที่กลายเป็นไอก็จะสูญไปเหลือเพียงตะกอนของสารที่มีในน้ำตัวอย่างเท่านั้น ตะกอนที่เกิดมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ในการวิเคราะห์หาค่าของของแข็งใช้วิธีกราวิเมทริก ค่าที่ได้บอกในรูปน้ำหนักของสารต่อปริมาณของน้ำตัวอย่าง การหาค่าของของแข็งนี้ทำในน้ำที่จะมาทำน้ำประปาในน้ำเสียจากโรงงานชุมชน ซึ่งมีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน อธิบายตามวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้แยกได้ดังนี้

1) ของแข็งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ (Dissolved and undissolved solids)ปริมาณและชนิดของสารที่ละลายและไม่ละลายน้ำแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของของเหลว ในน้ำบริโภคส่วนใหญ่ของสารอยู่ในรูปของเกลืออนินทรีย์จะละลายน้ำเป็นส่วนมากมีเพียงจำนวนเล็กน้อยที่อยู่ในรูปของอินทรีย์สารและก๊าซที่ละลายน้ำ ค่าของของแข็งทั้งหมด (total solids) ของน้ำบริโภคมักอยู่ระหว่าง 20 -1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าความกระด้างของน้ำสูงเมื่อค่าของของแข็งทั้งหมดสูง สำหรับของของเหลวชนิดอื่นเช่น น้ำเสีย น้ำโสโครกต่างๆปริมาณของสารที่ไม่ละลายน้ำไม่ว่าจะอยู่ในรูปคอลลอยด์หรือเป็นชิ้นใหญ่ที่ห้อยแขวนอยู่จะเพิ่มขึ้นตามความสกปรกของน้ำนั้น ในกรณีของสลัดจ์ ส่วนใหญ่ของสารละลายจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำมีส่วนที่ละลายอยู่เพียงเล็กน้อย การหาค่าของแข็งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ทำได้โดยการหาค่าของแข็งของส่วนที่ผ่าน การกรองกับส่วนที่ยังไม่ได้กรอง สารที่ไม่ละลายน้ำเรียกว่าของแข็งแขวนลอยหรือสารแขวนลอย

2) ของแข็งระเหยและไม่ระเหย (Volatile and fixed solids) วัตถุประสงค์หนึ่งของการหาค่าของแข็ง ของน้ำโสโครกจากโรงงาน บ้านเรือนและสลัดจ์ คือหาปริมาณของสารอินทรีย์ในตัวอย่างได้โดยการเผา สารอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในขณะที่อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถูกควบคุมไม่ให้สูงเกิน เพื่อสารอินทรีย์จะได้ไม่ถูกการแยกสลาย น้ำหนักที่หายไปคือ น้ำหนักของสารอินทรีย์

3) ของแข็งจมตัวได้ (Settleable solids) หมายถึง ของแข็งในของเหลวที่มีสารแขวนลอย (Suspension) อยู่ซึ่งจะนอนก้น เนื่องจากแรงโน้มถ่วงภายใต้สภาวะที่สงบนิ่ง เฉพาะสารแขวนลอยที่หยาบและมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำเท่านั้นที่จะนอนก้น สลัดจ์คือสิ่งที่เกิดจากการสะสมของของแข็งที่ตกตะตอนลงมา ค่าของแข็งจมตัวได้มีประโยชน์มากในการพิจารณาสร้างถังตกตะกอน

2.1.4.2 ความสำคัญของการหาค่าของของแข็ง

ค่าของของแข็ง มีประโยชน์มากในการพิจารณาความเหมาะสมที่จะมาทำเป็นน้ำบริโภคและอุปโภค น้ำที่มีค่าของของแข็งทั้งหมดสูงจะมีคุณสมบัติในการระบายท้องน้ำที่จะนำมาใช้เป็นน้ำประปาควรจะมีค่าของของแข็งทั้งหมดน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ทาง ยู. เอส. พลับลิก เฮลท์ เซอร์วิส (U.S. Public Health Service) อนุญาตให้มีมากที่สุดไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.1.5 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากการที่ในน้ำนั้นมีสารพวกอนุภาคสารแขวนลอย (Suspended matter)เช่น ดิน ตะกอนสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ แพลงตอนและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ ซึ่งเมื่อแสงส่องกระทบสารพวกนี้ก็จะเกิดการหักเหของแสงอย่างกระจัดกระจาย ซึ่งทำให้มองเห็นน้ำนั้นขุ่น น้ำที่มีลักษณะขุ่นจะทำให้คุณภาพของน้ำเสียไปหรืออาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ ถ้าเป็นสารพิษ

Boyd (1979) ได้แบ่งน้ำขุ่นออกเป็น 3 ประเภท ตามปริมาณสารแขวนลอยและค่าความโปร่งแสง ค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Secchi disk คือ น้ำใสซึ่งมีปริมาณสารแขวนลอยในน้ำน้อยกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความโปร่งแสงมากกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ น้ำขุ่นปานกลาง มีปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ 25 ถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความโปร่งแสงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร ถ้ามีปริมาณสารแขวนลอยสูงกว่า 80 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเริ่มก่อให้เกิดปัญหาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและบ่อที่ที่มีความขุ่นมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนมาก เนื่องจากบดบังแสงที่ส่องลงในน้ำ (นิศารัตน์ , 2546)

2.1.6 สี (Color)

สี ของน้ำตามธรรมชาติเป็นผลจากการที่น้ำไหลผ่านสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น ใบไม้ ใบหญ้า ซากสัตว์ซึ่งมีลิกนินเป็นองค์ประกอบ เมื่อสลายตัวจะให้สารพวกแทนนิน กรดฮิวมิค และฮิวเมต ซึ่งเป็นสารมีสีและจากอิออนของโลหะในน้ำ เช่น เหล็ก แมงกานีสรวมทั้งจากแพลงตอนและจากการปะปนของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม สารต่างๆที่ทำให้เกิดสีในน้ำส่วนมากมักเป็นสารพวกแขวนลอยที่มีประจุลบ โดยมากน้ำผิวดินจะมีสีสูงมากเพราะสารที่ทำให้เกิดสีจะห้อยแขวนอยู่ในน้ำได้ และน้ำผิวดินมีโอกาสถูกปนเปื้อนได้มากกว่าน้ำชนิดอื่นๆ (กรรณิการ์, 2525) สีของน้ำเกิดจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการ คือ 1) เกิดจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ (Organic matter) สีของน้ำที่เกิดจากอินทรียวัตถุ เช่น ต้นหญ้า ใบไม้เน่าเปื่อย ฯลฯ โดยมากมักจะมีสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำชาทั้งนี้เนื่องจากเกิดสารประกอบของพวก tannin acid 2) เกิดจากน้ำทิ้งของโรงงาน

อุตสาหกรรม (Industrial waste) สีของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มักมีสีตามขบวนการผลิตของโรงงาน เช่น โรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมจะมีสีตามสีที่ย้อมผ้า (โกมลและคณะ, 2527)

อุตสาหกรรมหลายประเภทต้องการน้ำซึ่งไม่มีสี เนื่องจากการกำจัดสีออกจากน้ำสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นจึงต้องพยายามหาแหล่งที่จะมาทำน้ำประปา ซึ่งปราศจากสีหรือมีสีน้อยมากจนไม่ต้องผ่านกรรมวิธีทางเคมีก่อนจะนำมาทำน้ำประปา (กรรณิการ์, 2525) แม้แต่น้ำบริสุทธิ์ก็ยังมีสีน้ำเงินจางๆจึงจำเป็นต้องแยกว่าสีของน้ำเป็นสีที่แท้จริง ซึ่งเกิดจากสารที่ละลายอยู่หรือเป็นสี ปรากฏอันเนื่องจากสารที่แขวนลอยน้ำอยู่ น้ำธรรมชาติที่มีสีเหลืองมักเกิดจากกรดอินทรีย์ สีของน้ำจึงเป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำดื่ม (สุรภี, 2530)

2.1.7 ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO)

ดีโอหรือปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ คือ ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่วนใหญ่ได้มาจากการละลายของออกซิเจนในอากาศโดยธรรมชาติ การตรวจวัดค่า ดีโอเพื่อบ่งชี้ว่าแหล่งน้ำมี ปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อสิ่งมีชีวิตหรือไม่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2543)

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้งที่อาศัยอยู่ในดินและในน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของพืชที่ปล่อยออกซิเจนอิสระออกมาละลายอยู่ในน้ำและการแพร่ออกซิเจนจากอากาศลงสู่พื้นน้ำ ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมากและไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ การละลายออกซิเจนที่ละลายในน้ำธรรมชาติและน้ำเสียขึ้นอยู่กับลักษณะเคมีกายภาพ และกระบวนการชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต ค่าออกซิเจนละลายมีความสำคัญใช้บอกให้ทราบได้ว่า น้ำนั้นมีค่ามาตรฐานเพียงใดต่อการดำรงชีวิต

2.1.8 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

บีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ชนิดที่สามารถย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน หรือ อาจกล่าวได้ว่า บีโอดี เป็นการหาปริมาณของสารอินทรีย์ที่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยขบวนการทางชีวภาพ โดยวัดออกมาในเทอมของออกซิเจน ที่แบคทีเรียต้องการใช้ในการนี้ สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (Biodegradable Organic Matter) หมายถึงสารอินทรีย์ซึ่งแบคทีเรียสามารถใช้เป็นสารอาหารและออกซิไดซ์ให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ หรือแอมโมเนีย (มนทลี, 2538) การใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ตามทฤษฎีไม่สามารถจำกัดเวลาได้ แต่ในทางปฏิบัติ อาจถือได้ว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์ใน 20 วัน

2.1.9 ไนโตรเจนและสารประกอบไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำมาก เพราะเป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์หลายชนิดที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นสารประกอบของโปรตีนและไขมันบางชนิด เป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ เป็นดัชนีบอกสภาพการปนเปื้อนของแหล่งน้ำ เป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสีย ก่อให้เกิดการเจริญเติบโตของสาหร่าย

2.1.9.1 การแปรสภาพของไนโตรเจน

เมื่อสารประกอบไนโตรเจนจากแหล่งต่างๆได้เข้ามาในระบบนิเวศแล้ว ก็จะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพจากอินทรีย์ไปเป็นอนินทรีย์ และจากสารอนินทรีย์ไปเป็นสารอินทรีย์กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ โดยปฏิกิริยาทางเคมีที่มีหรือไม่มีชีวิตเป็นผู้ดำเนินการ สารประกอบไนโตรเจนที่ถูกสังเคราะห์แล้วจะถูกใช้ไปโดยพืชและสัตว์ และบางตัวจะอยู่ในรูปสารอินทรีย์ที่อยู่ในเนื้อเยื่อพืชและสัตว์แต่บางส่วนจะถูกถ่ายเทออกมา สารประกอบอินทรีย์สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนจะมีอยู่ประมาณมากกว่า 50% ของปริมาณของสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมด และจะถูกแปรสภาพไปโดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) Aminization เป็นกระบวนการที่สารประกอบโปรตีนถูกย่อยทำลายโดยจุลินทรีย์พวก heterotrophic ไปเป็นสารประกอบไนโตรเจนพวก amino compound

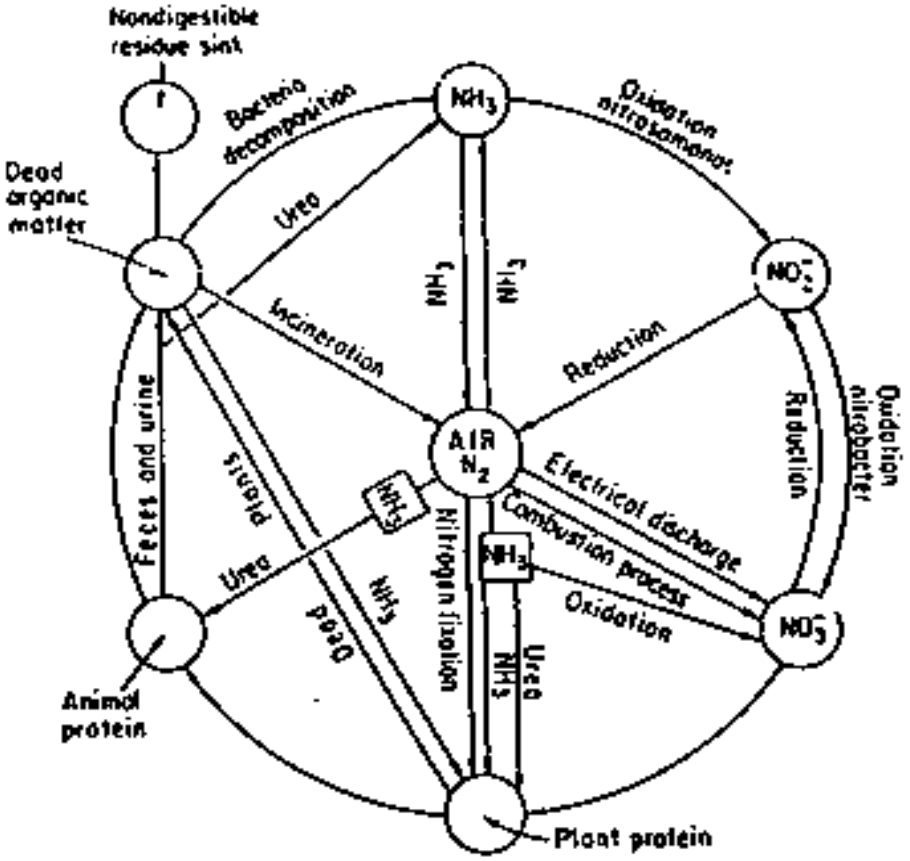
2) Ammonification เป็นกระบวนการเปลี่ยนสารประกอบพวกเอมีนหรือกรดอะมิโนให้เป็น NH^3 หรือ NH_4^+ โดยจุลินทรีย์พวก heterotrophic

3) Nitrification เป็นกระบานการที่เกิดขึ้นโดย nitrifying bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน ขบวนการนี้ประกอบด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสองขั้น กล่าวคือ NH^3 หรือ NH_4^+ จะถูกออกซิไดส์ให้เป็นไนไตรท์ก่อนโดยแบคทีเรียพวก Nitrosomonas และ Nitrobacter และ ยังมีไนตริไฟเออร์อื่นอีก เช่น Nitrosococcus, Nitrosospima, Nitrosogela และ Nitrocystis โดยไนไตรท์ที่เกิดขึ้นจะถูกออกซิไดส์อีกครั้งให้เป็นไนเตรต โดยแบคทีเรียพวก Nitrobacter

4) Denitrification เป็นกระบวนการแปรสภาพของไนเตรตไปเป็น ก๊าซไนโตรเจนกลับเข้าสู่บรรยากาศ

2.1.9.2 วัฏจักรของไนโตรเจน

ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบไนโตรเจนรูปต่างๆและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ แสดงให้เห็นใน วัฏจักรของไนโตรเจน (Nitrogen cycle) ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 วัฏจักรของไนโตรเจน
ที่มา : เกษม จันทร์แก้ว, 2541

2.1.10 ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารสำคัญธาตุหนึ่งและจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมผลผลิตทางชีววิทยาในแหล่งน้ำที่เรียกว่า Limiting Factor ฟอสฟอรัสเป็นธาตุหนึ่งใน 20 ธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชรวมทั้งสาหร่ายและเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อยที่สุดในแหล่งน้ำเมื่อเทียบกับคาร์บอน ไนโตรเจนและออกซิเจนแต่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถขาดได้ ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบหลักในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตต้องการฟอสฟอรัสเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอริซึม

ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำจะพบในสิ่งมีชีวิตแขวนลอยอยู่ และสาหร่าย หรือพืชขนาดเล็ก ปัญหาของแหล่งน้ำที่เกิดจากฟอสฟอรัสมักเกิดจากแหล่งน้ำได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณสูงเกินไปแหล่งน้ำนั้นจะเกิดการเสื่อมโทรมเนื่องจากฟอสฟอรัสในปริมาณมากนี้จะไปเร่งการเจริญเติบโตของพืชน้ำให้ขยายตัวเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็วอันอาจก่อให้แหล่งน้ำเกิดการตื้นเขินหรือเมื่อพืชเหล่านั้นตายลงอาจจะเกิดการขาดออกซิเจนก่อให้เกิดภาวะน้ำเสียได้ โดยปกติ ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีอยู่เป็นจำนวนน้อยและส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสทั้งอินทรีย์ฟอสเฟตและ อนินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้หรือดูดซับอยู่กับตะกอน สาเหตุปริมาณฟอสเฟตในแหล่งน้ำสูงขึ้นอาจเนื่องมาจากการผงซักฟอกซึ่งเป็นน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนหรือชุมชน และบางส่วนที่ถูกชะล้างลงแหล่งแม่น้ำลำคลอง สำหรับฟอสฟอรัสที่ถูกทิ้งลงสู่แหล่งน้ำจะมี ปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากรปริมาณการใช้ปุ๋ย การใช้ที่ดิน คุณสมบัติดิน ชนิดน้ำทิ้งและระบบบำบัด นอกจากนั้นฟอสฟอรัสในดินและในน้ำยังได้จากฮิวมัสในตะกอนดินที่ถูกพัดพามายังบริเวณนั้น ๆ จากพื้นที่ทางการเกษตร จากการขับถ่ายของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ไร่ (อัจฉรา ทวีทรัพย์, 2539)

2.1.10.1 ปรากฏการณ์ ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication)

ยูโทรฟิเคชั่น เป็นกระบวนการที่เกิดจากสภาพของแหล่งน้ำมีปริมาณของสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) มากเกินพอและประกอบกับมีความเข้มข้นของแสงสว่างเพียงพอทำให้เกิดการเจริญเติบโตมากเกินไปของพืชน้ำโดยเป็นการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นชั้นยูโทรฟิค ซึ่งเป็นชั้นที่มีแสงสว่างเพียงพอต่อการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตของพืชถูกควบคุมโดยความเข้มข้นของสารอาหารแต่ละสารอาหารที่ควบคุมผลผลิตนั้นเป็นสารอาหารที่อยู่น้อยและจำกัดในธรรมชาติ การเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับสารอาหารที่มีอยู่ในปริมาณน้อย การเพิ่มผลผลิตเป็นสัดส่วนกับสารอาหารจำกัด จนถึงความเข้มข้นระดับหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีอยู่น้อยในน้ำและเป็นธาตุอาหารที่ต้องการของสาหร่าย ดังนั้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นอาหารจำกัดของสาหร่าย การเพิ่มความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเป็นสาเหตุใหญ่ของการเพิ่มมวลชีวภาพอย่างรวดเร็วและปริมาณสูง (อัจฉรา ทวีทรัพย์, 2539) ผลกระทบจากการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำทะเลลดลงในเวลากลางคืน และเมื่อแพลงก์ตอนตายลงจะเป็นการเพิ่มความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ของ น้ำทะเล นอกจากนั้นแพลงก์ตอนบางชนิดจะมีการปล่อยสารพิษซึ่งเป็นอันตรายต่อ สิ่งมีชีวิตด้วยปรากฏการณ์ดังกล่าวพบว่าเกิดขึ้นเป็นประจำเป็นเวลานานกว่า 40 ปีมาแล้วซึ่งในปี พ.ศ.2535 ได้พบว่าเกิดบริเวณเมืองพัทยาโดยเฉพาะบริเวณหาดพัทยาเหนือถึงพัทยากลาง มีการเพิ่มจำนวนแพลงก์ตอนพืช “น็อคติลูกา” ที่มีการปล่อยสารพิษออกมาด้วยเป็นผลให้พบซากปลาตาย

อยู่บริเวณริมหาด เป็นแนวยาวประมาณ 1.5 กิโลเมตร ซึ่งจัดเป็นปรากฏการณ์ครั้งที่รุนแรงครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบว่ามี ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเกิดขึ้นที่จังหวัดเพชรบุรีอีกด้วย (สาลี่ บุญอินทร์ และ สมชาย เพ็ชรคง, 2545)

2.1.10.2 ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากในระบบนิเวศวิทยาเพราะฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของโมเลกุลของสิ่งมีชีวิตเช่นกรดนิวคลิอิกและ Adenosine Triphosphate (ATP) ซึ่งเป็นสารสำคัญในกระบวนการสร้างเคลื่อนย้ายพลังงานสารประกอบของมันยังมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งถือว่าเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำด้วย ความเข้มข้นของสารประกอบฟอสฟอรัสที่ถูกนำไปใช้จะควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในแหล่งน้ำนั่นคือจะเป็นตัวควบคุมการผลิตของแหล่งน้ำด้วย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่แขวนลอยอยู่จะมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำธรรมชาติอย่างมากในแง่ของการควบคุมความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำระดับหนึ่งจะทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตได้ดีและเมื่อปริมาณฟอสฟอรัสสูงขึ้นไม่ว่าจากแหล่งใดก็ทำให้ประชากรแพลงตอนพืชเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสจะควบคุมการผลิตทางชีวะ ทางระบบนิเวศ (อัจฉรา,2539)

2.1.10.3 รูปของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ

1) ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) รูปแบบนี้เป็นพวกอินทรีย์ฟอสเฟตได้แก่ Trisodium Phosphate , Disodium Phosphate, Monosodium Phosphate, Diammonium Phosphate ซึ่งได้มาจากน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมอุตสาหกรรม ผงซักฟอก และอื่นๆ ในรูปของฟอสเฟตชนิดนี้จะถูกใช้เพื่อช่วยให้เกิดการเจริญเติบโตทางชีววิทยาแต่จะขึ้นอยู่กับพีเอชนั้นๆ ด้วย

2) โพลีฟอสเฟต (Polyphosphate) รูปนี้จะทำการไฮโดรไลซีสซึ่งเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปออโธฟอสเฟต ได้แก่ Sodium Hexametaphophate, Sodium Tripolyphophate, Tetrasodium Pyrophosphate

3) ฟอสฟอรัสอินทรีย์ (Organic phosphate) เป็นสารประกอบที่สำคัญรองลงมาของน้ำเสียที่มาจากตามบ้านเรือนต่างๆแต่อาจจะเป็นสารประกอบที่สำคัญสารหนึ่งของเสียที่มาจาก โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น nucleic acid, phospholipids, sugus phosphate (เกรียงศักดิ์, 2539) สำหรับในระบบบำบัดน้ำเสียทั่ว ๆ ไป หรือในการทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองสะอาดขึ้นโดยธรรมชาติทั้ง polyphosphates และ organic phosphate จะถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นสารประกอบ orthophosphate จะเป็นรูปที่มีปริมาณมากที่สุดในรูปฟอสฟอรัสด้วยกันของน้ำจากแม่น้ำลำคลองหรือน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปฟอสเฟตจะถูกพืช

นำไปใช้ได้ดีที่สุดและฟอสเฟตเป็นพวกละลายน้ำได้ดีและมีจำนวนมากกว่าฟอสเฟตอินทรีย์ที่ละลายอยู่มาก จึงอาจใช้ค่าของฟอสเฟตแทนค่าผลรวมของปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2539)

2.1.10.4 วัฏจักรของฟอสฟอรัส

วัฏจักรของฟอสฟอรัสเริ่มต้นจากการปลดปล่อยฟอสเฟตจากหินแร่มาอยู่ในรูปของสารละลายในดินซึ่งมีความเข้มข้นต่ำพวกพืชและแบคทีเรียที่ใช้ฟอสเฟตจะดูดฟอสเฟตในรูปที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปสร้างโปรโตรปลาสซึมซึ่งเมื่อพืชตายจะถูกสัตว์กินในห่วงโซ่อาหารและเมื่อสัตว์ตาย ฟอสฟอรัสจะกลับคืนสู่ดินและกลับเข้าสู่วัฏจักรดังเดิมการปลดปล่อยฟอสเฟตจากหินและแร่เป็นไปอย่างช้าๆปริมาณฟอสเฟตส่วนใหญ่จะถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำเกลือตะกอน ฟอสเฟตบางส่วนจะตกตะกอนในที่ตื้นบางส่วนจะตกตะกอนในที่ลึกแล้วนำกลับมาอยู่ในรูปมูลของนกทะเลหรือปลาทะเลแต่เมื่อเปรียบเทียบส่วนที่กลับเข้าสู่วัฏจักรกับส่วนที่สูญเสียไปนั้นยังไม่สมดุลกันโดยจะพบว่าส่วนที่พืชบกได้รับนั้นมีปริมาณลดลงเรื่อยๆและยังพบว่าการใช้ที่ดินไม่ถูกวิธีทำให้เกิดการชะล้างและพังทลายสูงและการใช้ปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ง่ายในไร่นาก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสลงสู่ทะเลเพิ่มขึ้น (กฤดา วิทยาภรณ์, 2538)

2.1.11 เหล็ก (Ferrous) สามารถแบ่งชนิดของเหล็กที่พบในน้ำเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.11.1 เหล็กอนินทรีย์ เป็นเหล็กที่พบอยู่ในน้ำบาดาลเป็นส่วนใหญ่ น้ำที่มีเหล็ก อนินทรีย์นี้เมื่อสูบขึ้นมาใหม่ๆ จะมีลักษณะใสมาก แต่เมื่อทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศ สักครู่น้ำนั้นก็จะขุ่น เนื่องจากเกิดตะกอนเหล็ก เหล็กในน้ำบาดาลซึ่งเป็นเหล็กอนินทรีย์ส่วนใหญ่ จะอยู่ในรูปของเฟอรัสไบคาร์บอเนต ($Fe(HCO_3)_2$) และเฟอรัสคาร์บอเนต ($FeCO_3$) สารละลายนี้เกิดจากแร่ในชั้นหินซิเดอไรท์ ซึ่งมีสภาพการละลายประมาณ 65 มก./ล. (น้ำ 1 ลิตรสามารถละลายแร่ซิเดอไรท์ได้ 65 มก.) ค่าสภาพการละลายนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อกรดคาร์บอนิคมากขึ้นหรือมีคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น เฟอรัสไบคาร์บอเนตนี้ เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำและออกซิเจนจะได้เฟอรัสไฮดรอกไซด์ หรือ$Fe(OH)_2$ ซึ่งมีสภาพการละลายไม่เกิน 7 มก./ล. เฟอริคไฮดรอกไซด์หรือ $Fe(OH)_3$ ซึ่งไม่ละลายน้ำ และเฟอริคออกไซด์ หรือ Fe_2O_3 ซึ่งไม่ละลายน้ำเช่นกัน ส่วนเหล็กในน้ำบาดาลที่พบอยู่ในรูปของเฟอรัสซัลเฟต มักเกิดจากแร่เฟอรัสซัลไฟด์ ซึ่งมีสภาพการละลายไม่เกิน 5 มก./ล. จึงเป็นเหตุผลบอกได้ว่า เหล็กที่อยู่ในน้ำบาดาลส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของเฟอรัสไบคาร์บอเนต หรือ เฟอรัสคาร์บอเนต มากกว่า เฟอรัสซัลเฟต

2.1.11.2 เหล็กอินทรีย์ เป็นเหล็กที่พบอยู่ในน้ำผิวดินเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมักจะพบอยู่ในสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน เช่น Humic acid, Fulvic acid หรือ Tannic acid เป็นต้น สถานะของเหล็กที่ปรากฏอยู่ในน้ำตามธรรมชาติ สามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 2-2 ซึ่งอธิบายได้ว่า เหล็กทั้งหมดในน้ำ (Total Iron) แบ่งได้เป็น 2 รูป คือ เหล็กในรูป Iron II หรือ Fe^{2+} กับเหล็กในรูป Iron III หรือ Fe^{3+} อาจจะรวมตัวกับธาตุอื่นเป็นสารประกอบที่อาจจะประกอบด้วยธาตุอื่นธาตุเดียว เช่น FeS ที่ไม่ละลายน้ำ และ $Fe(HCO_3)_2$ ละลายน้ำได้ เป็นต้น หรือธาตุอื่นมากกว่าสองธาตุซึ่งอยู่ในรูปเชิงซ้อน (Complex form) เช่น Mineral complexes และ / หรือ Organic complexes เป็นต้น ส่วนเหล็ก Fe^{3+} อาจจะรวมตัวกับธาตุอื่นเป็นสารประกอบ ที่อาจจะประกอบด้วยธาตุอื่นธาตุเดียว เช่น $Fe(OH)_3$ ที่ไม่ละลายน้ำ หรือธาตุอื่นมากกว่าสองธาตุซึ่งอยู่ในรูปเชิงซ้อน เช่น Mineral complexes และ / หรือ Organic complexes

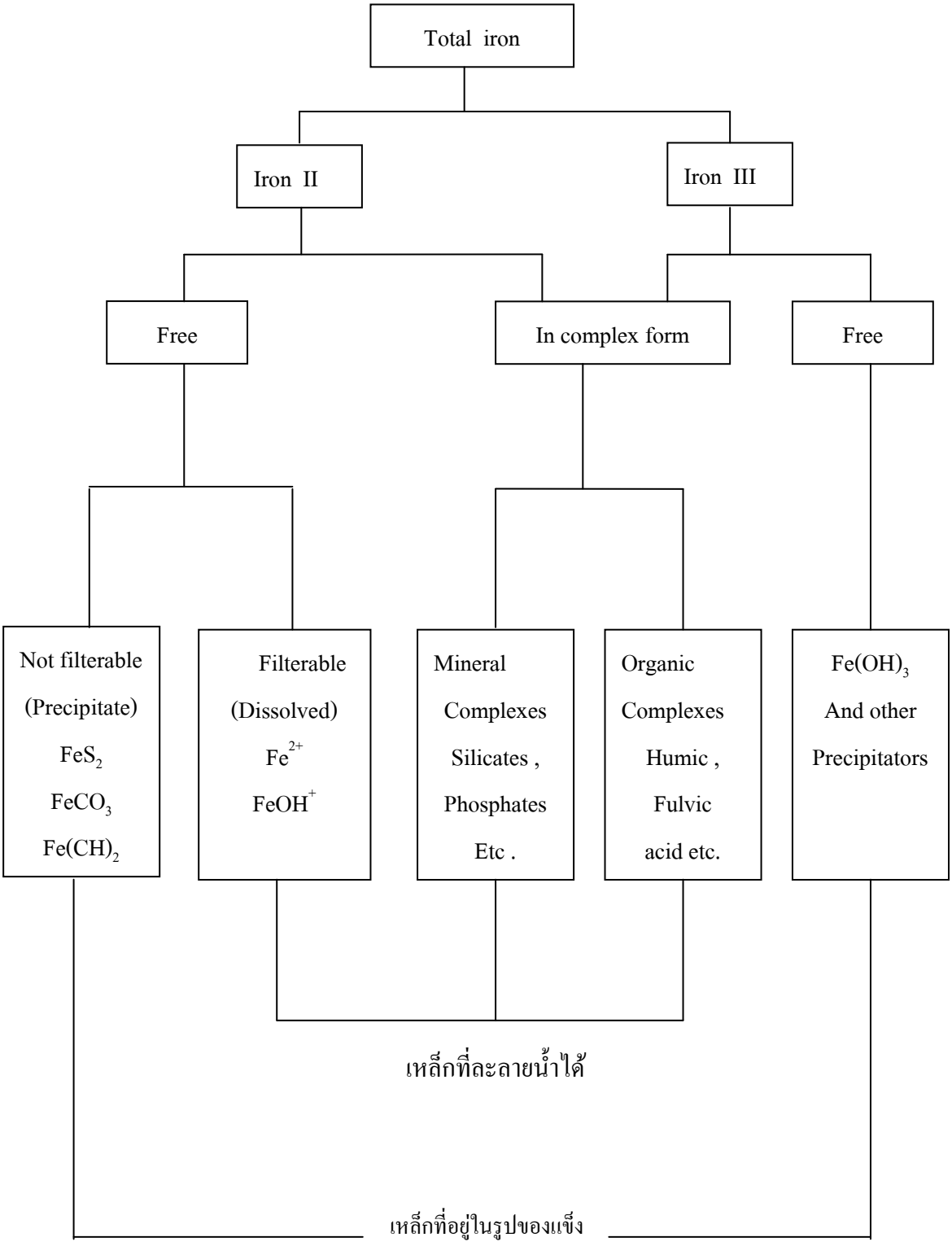
2.1.11.3 ปัญหาของเหล็กในน้ำ

1) ปัญหาด้านการอุปโภคบริโภค

เมื่อมีการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค เหล็กในรูปสารละลายเฟอรัสจะถูกออกซิไดส์เป็นเหล็กเฟอริค ซึ่งเป็นตะกอนสนิมเหล็กสีเหลืองขุ่น หรือสีน้ำตาล ซึ่งสนิมเหล็กที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดปัญหา คือ คราบสนิมเหล็กจะไปเกาะติดตามเครื่องสุขภัณฑ์ เสื้อผ้าและเครื่องใช้ต่าง ๆ น้ำที่นำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค ถ้ามีสนิมเหล็ก จะทำให้มีกลิ่น สี และรส ที่ไม่น่าดื่มน่าใช้ การจ่ายน้ำบาดาลที่มีสนิมเหล็กปลอมปนอยู่ด้วยจะทำให้เกิดการอุดตันของระบบ ลดประสิทธิภาพการจ่ายน้ำ มาตรวัดและประตูน้ำอุดตัน ในการนำน้ำที่สนิมเหล็กไปใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อาหาร เครื่องดื่ม ทำให้สิ้นเปลืองในการเพิ่มระบบกำจัด หรือลดสนิมเหล็กในกระบวนการผลิตน้ำประปา ตลอดจนทำให้ประสิทธิภาพของสารปรับปรุงคุณภาพน้ำลดลง

2) ปัญหาด้านสุขภาพอนามัย

เมื่อร่างกายขาดธาตุเหล็กจะทำให้การสังเคราะห์ฮีโมโกลบินลดลงซึ่งจะทำให้เกิดโรคโลหิตจาง (Anemia) แต่โดยปกติเหล็กไม่จัดว่าเป็นสารพิษต่อร่างกาย แต่ถ้าร่างกายดูดซึมเข้าไปมากเกินควรจะเป็นผลทำให้เกิดการสะสมของเหล็กในตับ ม้าม และระบบสร้างเม็ดเลือดในรูป Haemosiderin ก่อให้เกิดอาการของโรคตับแข็ง และการตกตะกอนของธาตุเหล็กในร่างกาย นอกจากนี้ยังอาจมีอาการของโรคลักปิดลักเปิด ถ้าบริโภคเกลือที่มีธาตุเหล็กมากๆ จะทำให้เกิดการระคายเคืองกระเพาะอาหาร อาจทำให้เกิดเป็นแผลและเกิดอาการอักเสบของกระเพาะอาหาร โดยเหล็กสามารถเข้าสู่ร่างกายและขับออกได้หลายทาง



ภาพที่ 2-2 สถานะต่างๆ ของเหล็กที่อยู่ในน้ำ

ที่มา : พัฒนา , 2540

2.1.12 แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ทั้งในดิน ตะกอน หิน น้ำ และในสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกพบธาตุแมงกานีสประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราส่วนเหล็กต่อแมงกานีสเท่ากับ 50:1 แมงกานีสไม่ได้อยู่อย่างอิสระ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารประกอบต่าง ๆ เช่น

1) ไพโรลูไซท์ (Pyrolusite) สีเทาอ่อนคล้ายสีเหล็กจนถึงสีดำ ให้สีดำเมื่อขัดบนแผ่นกระเบื้องไม่เคลือบ ชนิดเนื้ออ่อนจะเปื้อนมือเป็นสีดำ

2) ไซโลมีเลน (Philomela) เป็นแร่แมงกานีสออกไซด์ ซึ่งมีแบเรียมออกไซด์ โปแตสเซียมออกไซด์รวมอยู่ด้วยในอัตราส่วนซึ่งเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ มีสีดำหรือสีน้ำตาลดำ ส่วนใหญ่แร่นี้จะเกิดอยู่ระดับพื้นผิวโลกไม่ลึก

3) แมงกาไนต์ (Manganite) รอยขีดบนแผ่นกระเบื้องให้สีน้ำตาลหรือน้ำตาลแดง มักพบแร่นี้ในแหล่งแบบเป็นชั้นแร่ไม่คงตัว ในสภาพที่ให้ออกซิเจนมักเปลี่ยนเป็นไพโรลูไซท์

4) โรโดโครไซท์ (Rhodochrosite) แร่มีสีชมพู สัมผัสถูกกับอากาศนาน ๆ จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล บางทีก็เป็นสีกุหลาบให้สีขาวเมื่อขีดกับแผ่นกระเบื้อง

5) โรโดไนท์ (Rhodonite) พบเป็นก้อนสีชมพูเป็นแร่ที่เกิดในอุณหภูมิต่ำ

6) ฮอสแมนไนท์ (Hausmannite) แร่มีสีดำ รอยขีดบนแผ่นกระเบื้องบนให้สีดำหรือน้ำตาล เป็นแร่แมงกานีสที่เกิดแบบปฐมภูมิ มักเกิดเป็นแร่อยู่ในหินอัคนี

7) บราวไนท์ (Braunite) แร่มีสีดำ ให้สีน้ำตาลเมื่อขีดบนแผ่นกระเบื้อง

โดยปกติแมงกานีสในดินอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำในรูปของ Manganese Dioxide กับ Manganous Carbonate แต่เนื่องจากในดินมีแบคทีเรียซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวะขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเมื่อละลายน้ำจะให้กรดคาร์บอนิคซึ่งเป็นกรดอ่อน เมื่อน้ำเหล่านี้ไหลผ่านดินที่มีเหล็กและแมงกานีสก็จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุเหล่านี้ให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้นถ้าในดินยังมีออกซิเจนอยู่ แต่ถ้าเมื่อใดที่เปลี่ยนไปเป็นสภาวะที่ขาดออกซิเจน แมงกานีสจะถูกรีดิวซ์ให้ไปเป็น Mn^{+2} ซึ่งละลายน้ำ นั่นคือ ภายใต้สภาวะ anaerobic แมงกานีสในรูปที่ไม่ละลายน้ำจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ

ดังนั้นในน้ำธรรมชาติ $MnCO_3$ จึงเป็นสารประกอบที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการกำหนดความเข้มข้นของแมงกานีสในน้ำ สมการต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับการละลายและการตกผลึกของสารประกอบแมงกานีสมีดังนี้

$$Mn(OH)_2 \longrightarrow Mn^{2+} + 2\,OH^-$$

$$MnCO_3 \longrightarrow Mn2+ + CO_3^{2-}$$

$$Mn^{2+} + OH^- \longrightarrow MnOH^+$$

$$Mn^{2+} + 3OH^- \longrightarrow Mn(OH)$$

โดยปกติในน้ำตามธรรมชาติมีแมงกานีสละลายอยู่ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำผิวดินมักมีเหล็กและแมงกานีสละลายอยู่น้อยกว่าน้ำใต้ดิน ทั้งนี้เพราะน้ำผิวดินมักมีออกซิเจนละลายน้ำอยู่เสมอ ทำให้มีการตกผลึกของเหล็กและแมงกานีสและในที่สุดจะตกตะกอนลงสู่ก้นคลอง หากพื้นที่ดินเกิดการหมักแบบไร้ออกซิเจน เหล็กและแมงกานีสสามารถละลายน้ำได้ใหม่ กรณีเช่นนี้มักเกิดขึ้นกับน้ำในอ่างเก็บน้ำหรือบึงขนาดใหญ่ การพลิกตัวของน้ำเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิทำให้น้ำตอนล่างซึ่งมีเหล็กและแมงกานีสละลายอยู่เคลื่อนที่ขึ้นสู่ตอนบน ดังนั้น ถ้าแหล่งน้ำดิบเป็นอ่างเก็บน้ำ การวางตำแหน่งของท่อขนส่งน้ำดิบที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เหล็กและแมงกานีสอยู่ในน้ำประปา ปรากฏแก่ผู้ใช้เป็นครั้งคราว

2.1.12.1 ปัญหาที่เกิดจากแมงกานีส

1) ก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันท่อขนส่งน้ำ

2) ทำให้น้ำมีลักษณะไม่น่าดู

3) ทำให้เกิดปัญหาในการซักผ้าทำให้เครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆ สกปรก เช่น เกิดคราบสนิม นอกจากนี้เหล็กและแมงกานีสยังก่อให้เกิดปัญหากับการใช้น้ำในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานอุตสาหกรรม โรงงานสิ่งทอ เป็นต้น

4) ก่อให้เกิดพิษ เมื่อมีการสะสมของแมงกานีสโดยทำให้ร่างกายและจิตใจพิกลพิการได้แต่ไม่ถึงตาย ส่วนมากจะใช้เวลาสะสมอย่างน้อย 3 เดือนเข้าใจว่าแมงกานีสที่เข้าไปในร่างกายจะถูกสะสมอยู่กับหมู่ –SH ของโปรตีนในเซลของระบบประสาทและสมอง เพราะแมงกานีสทำให้มีการฝ่อของสมอง มีอาการปวดหัว ง่วงนอน ซึมเซา มีตะคริวที่ขา มีการตอบโต้ทางประสาทเพิ่มขึ้น มีอารมณ์แปรปรวน และมีใบหน้าตึงเครียด ขาดการยิ้มแย้มแจ่มใส จากการตรวจทางโลหิตวิทยาผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากแมงกานีสจะมีจำนวนเม็ดเลือดแดงมากกว่าปกติเล็กน้อย จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophil ลดลง ในด้านภูมิคุ้มกันวิทยา ฝุ่นแมงกานีสที่เข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อของปอดจะทำให้มีความต้านทานต่อเชื้อโรคลดลง ทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคนิวมอเนียและภาวการณ์อักเสบแทรกซ้อนบ่อย ๆ

2.2 การดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

การดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลแบบแผนทางวัฒนธรรม และการดำเนินชีวิตของบุคคลแต่ละคนนั้น ซึ่งจะเป็นเครื่องทำนายต่อเหตุการณ์นั้น ๆ ไปตามประสบการณ์ และการขัดเกลาทางสังคม ฉะนั้นการให้ความหมายของการดูแลตนเองในขณะที่มีสุขภาพดีด้วย ตลอดจนสมาชิก ในครอบครัวสำหรับความหมายของการดูแลตนเองอีกนัยหนึ่ง คือ การดูแลรักษาตนเองเมื่อเกิดอาการเจ็บป่วยขึ้น ซึ่งเริ่มต้นจากความรู้สึกที่ผิดปกติไปจากเดิมหรือเริ่มมีอาการบ่งบอก จากนั้นแต่ละบุคคลจะมีอาการแสดงออกของพฤติกรรมการเจ็บป่วยที่แตกต่างกันไป

การดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล จำแนกได้ 2 แบบ

1) การดูแลสุขภาพส่วนบุคลระดับบุคคล

2) การดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลระดับครอบครัว ส่วนระดับชุมชนเป็นระบบการ สนับสนุนการดูแลสุขภาพร่วมกับการให้บริการทั้งระดับสถานีอนามัย โรงพยาบาล

นอริส (Noris,1977:468 – 489) ให้ความหมายของการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล คือ กระบวนการที่ทำให้ประชาชนและครอบครัวมีโอกาสที่จะช่วยเหลือตนเอง และรับผิดชอบกันเองด้านสุขภาพอนามัยทั้งนี้ เนื่องจากประชาชนเริ่มเล็งเห็นความสำคัญของการดูแลรักษาสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลโดยมีมูลเหตุผลักดันมาจากความไม่พึงพอใจต่อการรักษาของแพทย์ ที่เห็นคนไข้เป็นเพียงวัตถุหรือชิ้นส่วน ในการรักษาเท่านั้นและค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลที่มีราคาแพง อีกทั้งตระหนักว่าตนเองก็มี ศักยภาพในการพัฒนาความสามารถเพื่อการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลได้

ฟราย (Fry, 1977:15) จำแนกบทบาทของการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลไว้ 4 ประการ คือ1) การดำรงรักษาไว้ซึ่งสุขภาพที่แข็งแรง เช่น การออกกำลังกาย 2) การป้องกันโรค เช่น การได้รับภูมิคุ้มกันโรค การกินฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุ การฝากครรภ์ 3) การวินิจฉัยโรค การให้ยาและรักษาเบื้องต้น เช่น ปวดศีรษะ ไอ เป็นหวัด 4) การไปหาแพทย์เพื่อการรักษาขอคำแนะนำและปฏิบัติตามข้อแนะนำของแพทย์

กล่าวโดยสรุป ความหมายของการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล จึงเกี่ยวข้องเฉพาะขอบเขตเป็นการปฏิบัติในภาคประชาชนเป็นส่วนใหญ่ โดยครอบคลุมการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลใน 2 ลักษณะ คือ

1) การดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลในสภาวะปกติ

1.1) ส่งเสริมพฤติกรรมที่จะรักษาสุขภาพให้แข็งแรง ปราศจากความเจ็บป่วย สามารถดำเนินชีวิตอย่างปกติสุขและพยายามหลีกเลี่ยงจากอันตรายต่าง ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

1.2) การป้องกันโรค เป็นพฤติกรรมที่กระทำโดยมุ่งที่จะป้องกันไม่ให้เกิดความเจ็บป่วย หรือโรคต่าง ๆ เช่น การไปรับภูมิคุ้มกันโรค โดยแบ่งระดับของการป้องกันโรคได้ 3 ระดับ คือ

1.2.1) การป้องกันความรุนแรงของโรค เป็นระดับของการป้องกันที่มุ่งจะขจัดโรคให้หมดไปก่อนที่อาการของโรคจะรุนแรงมากขึ้น

1.2.2) การป้องกันโรคเบื้องต้น เช่น การได้รับภูมิคุ้มกันโรค

1.2.3) การป้องกันการแพร่ระบาดของโรค เป็นระดับการป้องกันที่มีเป้าหมายต้องการยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคจากผู้ป่วยไปสู่คนอื่น ๆ

2) การดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลเมื่อเจ็บป่วย คำว่า ความเจ็บป่วย หมายถึงความรับรู้ของบุคคลที่มีต่อตัวเขาเองว่ามีความผิดปกติไปจากเดิม ซึ่งอาจจะต้องตัดสินด้วยตัวเขาเองว่ามีความผิดปกติไปจากเดิม ซึ่งอาจด้วยตัวเขาเองจากครอบครัว

2.2.1 พัฒนาการการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

ในประวัติศาสตร์การพัฒนาสังคมที่ยาวนาน การดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลเกี่ยวกับ สุขภาพอนามัยความเจ็บป่วย เป็นเรื่องของประชาชนโดยตรงที่จะจัดการดูแลสุขภาพความเจ็บป่วยของตนเองและครอบครัว ชุมชน ที่อาศัยอยู่ตามแบบแผนวัฒนธรรม ความเชื่อที่ได้รับการปลูกฝังถ่ายทอดกันต่อ ๆ กันมา โดยเริ่มตั้งแต่การให้ความหมาย หรือการอธิบายอาการของโรคที่เกิดขึ้น การวินิจฉัยอาการ ความเชื่อถือเกี่ยวกับสาเหตุของความเจ็บป่วย ตลอดจนขั้นตอนวิธีการรักษาอาการที่เกิดขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปของแต่ละสังคมแต่ละยุคแต่ละสมัย กล่าวคือ ในสังคมโบราณประมาณ 2500 ปี ก่อนคริสตกาล การจัดการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความเจ็บป่วยเป็นไปตามความเชื่อในเรื่องอำนาจลึกลับ ฉะนั้นกระบวนการการจัดการด้านสุขภาพอนามัยจึงเป็นไปในรูปของการเซ่นไหว้ บวงสรวงและประกอบพิธีกรรมต่าง ๆ โดยผู้ที่จัดการอาจเป็น หัวหน้าครอบครัว หรือหัวหน้าชุมชน

แนวคิดเรื่องสุขภาพ และความเจ็บป่วยได้พัฒนาการแปรเปลี่ยนไปอย่างไม่หยุดยั้งจากความพยายามที่จะให้คำอธิบายที่เป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้นตามลำดับ ดังปรากฏในคัมภีร์โบราณ เช่น ปรัชญาขงจื้อและธิปโปเครติสได้เน้นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสุขภาพของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมและกล่าวว่าบทบาทการจัดการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยนั้น ส่วนหนึ่งเป็นเรื่องของครอบครัว อีกส่วนหนึ่งเป็นเรื่องของการจัดการระบบแพทย์ท้องถิ่น

จนกระทั่งถึงศตวรรษที่ 19 แนวคิดเรื่องสุขภาพและความเจ็บป่วยได้หันทิศทางมาที่เชื้อโรคเป็นประการสำคัญ ฉะนั้นจึงทำให้แบบแผนการดูแลตนเองของประชาชน และการรักษาแบบพื้นบ้านได้เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ประชาชนเริ่มหันมาสนใจกับการรักษาด้วยวิธีของการแพทย์แผนวิทยาศาสตร์ที่ทำโดยวิชาชีพแพทย์ และได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของแบบแผนการดำรงชีวิตของประชาชนทั่วไป

2.2.2 พัฒนาการแนวความคิดการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

ปี ค.ศ.1975 ประเทศต่าง ๆ ก็ได้ให้ความสนใจในเรื่องการดูแลตนเองและจัดให้มีการประชุมร่วมกันระหว่าง 6 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา อังกฤษ สวิตเซอร์แลนด์ นอร์เวย์ เดนมาร์กและอิสราเอล ณ กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก ในหัวข้อเรื่อง “บทบาทของบุคคลในงานสาธารณสุขมูลฐาน” โดยมีวัตถุประสงค์จะหาแนวทางให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในงานสาธารณสุขมูลฐาน และมีบทบาทในการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล ครอบครัว กลุ่มและชุมชน ซึ่งในการประชุมได้กำหนดความหมายของการดูแลสุขภาพไว้อย่างกว้างขาง 3 มิติด้วยกันคือ

1) การส่งเสริมดูแลสุขภาพให้สมบูรณ์แข็งแรงอยู่เสมอ

2) การรู้จักป้องกันตนเองจากโรคและอันตรายต่าง ๆ

3) การรักษาอย่างถูกต้องเมื่อเกิดการเจ็บป่วย

2.2.3 ปัจจัยที่สนับสนุน ปัจจัยที่เป็นอุปสรรค ต่อการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

2.2.3.1 ปัจจัยที่สนับสนุนให้มีการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

1) การดูแลผู้ป่วยเหมือนเครื่องจักร

บุคลากรทางแพทย์และสาธารณสุขส่วนใหญ่ในปัจจุบันให้การดูแลผู้ป่วยเปรียบเสมือนทางผู้ป่วยเป็นเครื่องจักร ซึ่งเป็นผลมาจากความเจริญทางเทคโนโลยีทางการแพทย์ ทำให้เกิดความชำนาญเฉพาะทางขึ้นและนำไปสู่การแบ่งส่วนของการดูแลและรักษาโดยมีการแบ่งการรักษาเป็นส่วน ๆ เหมือนชิ้นส่วนของเครื่องจักรอย่างปราศจากความรัก ความเมตตาและความเข้าใจ แพทย์จึงไม่สามารถแสดงบทบาทตามความคาดหวังของสังคม ความรู้สึกดังกล่าวเป็นพลังที่จะสนับสนุนให้ประชาชนดุแลสุขภาพอนามัยกันมากขึ้น

2) การรักษาที่มีราคาแพง

การรักษาตามวิธีทางการแพทย์แผนปัจจุบันต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก บางครั้งเป็นการเสียเงินไปกับวัฒนธรรมการสั่งของแพทย์ รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ก่อนที่จะมาพบแพทย์ เช่น ค่าเดินทางเป็นต้น

3) ความคลุมเครือของบทบาทการเจ็บป่วย

การแพทย์สมัยใหม่ พยายามค้นหาวิธีการจัดการกับความเจ็บป่วยด้วยการศึกษาถึงโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทั้งในสภาวะปกติและเจ็บป่วย เพื่อให้สามารถจำแนกความแตกต่างของโรคแต่ละชนิด รวมถึงการพยายามนิยามอาการของโรคให้ชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของโรคบางโรคที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งวงการแพทย์สมัยใหม่ยังก้าวไปไม่ถึงระดับที่จะวิจัยได้อย่างถูกต้อง ยังมีอยู่มากมายทำให้ผู้ป่วยที่ตกอยู่ในภาวะของความคลุมเครือ และไม่แน่ใจว่าเป็นความจริงหรือไม่ หรือการเจ็บป่วยมากเพียงใด ซึ่งมีลักษณะเช่นนี้ย่อมกระทบกระเทือนถึงบทบาทความเจ็บป่วย ทำให้ผู้ป่วยไม่ไปหาแพทย์และใช้วิธีการรักษาดูแลด้วยตนเอง

4) แบบแผนของโรคที่เปลี่ยนแปลงไป

ในระยะร้อยกว่าปีที่ผ่านมา วิทยาศาสตร์การแพทย์สามารถกำจัดและรักษาโรคได้ได้แทบทุกชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการแก้ปัญหาของโรคติดเชื้อ แต่ปัญหาของโรคในปัจจุบัน โดยเฉพาะในประเทศตะวันตกที่ต้องเผชิญอยู่ก็คือโรคเรื้อรังที่วงการแพทย์สมัยใหม่เพียงลำพังไม่สามารถจะแก้ไขได้ โรคเหล่านี้ได้แก่ โรคหัวใจ โรคเบาหวาน ไขข้ออักเสบและโรคเกี่ยวกับระบบประสาทเป็นต้น ฉะนั้นในการแก้ปัญหาโรคเรื้อรังดังกล่าวจึงควรเป็นหน้าที่ของตัวผู้ป่วย และครอบครัวที่จะให้การดูแลอย่างเหมาะสมที่สุด

5) ประชาชนมีความรู้ทางด้านการแพทย์มากขึ้น

ในอดีตที่ผ่านมาความรู้ทางด้านการแพทย์ ดูจะเป็นเรื่องที่ลี้ลับยากแก่การอธิบายให้ประชาชนเข้าใจ แต่ในปัจจุบันการเผยแพร่ความรู้ด้านสุขภาพมีเพิ่มมากขึ้น ประชาชนสามารถหาความรู้ได้จากวารสารทางการแพทย์ ตำราการรักษาที่ง่าย ๆ และจากรายการวิทยุ – โทรทัศน์ ซึ่งความรู้ที่ประชาชนได้รับประชาชนสามารถนำไปปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงแบบแผนการดำรงชีวิต โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อมีสุขภาพที่ดีอันเป็นความต้องการพื้นฐานของประชาชนทั่วไป

2.2.3.2 ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

1) บุคคล หมายถึง ขีดความสามารถของบุคคลในสังคมในการดูแลตนเอง ดูแลครอบครัว กลุ่มและชุมชน ซึ่งถ้าบุคคลในชุมชนขาดแนวความคิดเรื่องการดูแลสุขภาพอนามัยตนเอง การส่งเสริมให้เกิดการดูแลตนเองอย่างถูกต้องย่อมเกิดขึ้นได้ยาก

2) สิ่งแวดล้อม เป็นส่วนประกอบภายนอกที่มีความสัมพันธ์กับความเป็นอยู่ของประชาชนถ้าตราบใดที่สังคมส่วนใหญ่ยังละเลยต่อสภาพแวดล้อม มีการทิ้งขยะเลอะเทอะ สภาพความเป็นอยู่แออัด มีแหล่งน้ำโสโครก อากาศเสีย เป็นต้น เมื่อนั้นแม้ว่าจะมีการส่งเสริมให้มีการดูแลตนเองให้ดีเพียงใด โดยไม่พยายามรักษาสุขภาพส่วนรวมแล้วการดูแลสุขภาพตนเองเพื่อสุขภาพอนามัยจะไม่มีทางดีได้เลย

3) ปัจจัยด้านสรีระวิทยาจะเป็นตัวกำหนดขอบเขตของกิจกรรมการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล อีกทั้งขีดความสามารถของบุคคล ปัญหาด้านสุขภาพนอกจากจะมีวัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมเป็นตัวกำหนดแล้ว ปัจจัยทางสรีระวิทยาก็มีส่วนกำหนดความสามารถในการดูแลตนเองกล่าวคือ การทำหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ การทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อเยื่อ การดูดซึมอาหารและการเผาผลาญอาหารของบุคคลในแต่ละวัย ย่อมแตกต่างกัน เช่น ผู้ใหญ่อาจมีสุขภาพของร่างกายดีกว่าคนชรา หรือคนพิการ หรือผู้ป่วยด้วยโรคบางชนิดเช่น เบาหวาน ไขข้ออักเสบ และภูมิแพ้เป็นต้น ฉะนั้นปัจจัยทางชีววิทยาจึงส่งผลต่อความสามารถในการดูแลสุขภาพตนเองการช่วยเหลือตนเอง และการพึ่งบริการทางการแพทย์ที่แตกต่างกัน

4) การเปลี่ยนแปลงบทบาทสตรี จากการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่เกิดขึ้นหลาย ๆ อย่างเช่น การที่สตรีได้รับสิทธิออกเสียงเลือกตั้งของสตรี การประกอบอาชีพต่าง ๆ ได้เหมือนกับบุรุษ ทำให้สตรีตระหนักว่าตนมีความเสมอภาคเท่าเทียมบุรุษ ผลจากการออกไปทำงานนอกบ้านส่งผลให้ไม่มีเวลาอบรมเลี้ยงดูลูกอย่างใกล้ชิดดังแต่ก่อน ทำให้อำนาจของพ่อแม่ที่มีต่อลูกลดลงเกิดสภาพต่างคนต่างอยู่ และหากภรรยามีฐานะทางเศรษฐกิจเท่าเทียมสามีการเกรงใจก็ลดลง และนำไปสู่ปัญหาการหย่าร้างในที่สุดครอบครัวก็ไม่สามารถทำหน้าที่ด้านสุขภาพอนามัยสมาชิกในครอบครัวจึงจำเป็นต้องพึ่งพาความช่วยเหลือจากสถาบันทางการแพทย์

5) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบครอบครัว ในอดีตรูปแบบครอบครัวมีลักษณะเป็นครอบครัวขยายที่ประกอบด้วย พ่อ แม่ ลูก พี่ น้อง ที่มีเวลาเพียงพอ ที่จะให้การดูแลช่วยเหลือเอาใจใส่ด้านสุขภาพอนามัยของสมาชิกในครอบครัว แต่เนื่องจากความจำกัดทางด้านเศรษฐกิจความต้องการเป็นอิสระและพร้อม ๆ กันนั้นก็มีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่อนแรงเพื่อทำงานบ้าน ทำให้ครอบครัวมีลักษณะเป็นครอบครัวเดี่ยวที่ประกอบด้วย พ่อ แม่ และลูก บทบาทของครอบครัวในการทำหน้าที่การดูแลสุขภาพของสมาชิก จึงเปลี่ยนไปเป็นบทบาทของสถาบันทางการแพทย์มากขึ้น

2.2.4 รูปแบบของการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

2.2.4.1 รูปแบบธรรมชาติ

การพัฒนาการดูแลสุขภาพตนเองตามรูปแบบนี้ คือ การเปิดโอกาสให้ประชาชนได้รู้จักการรักษาพยาบาลอย่างง่าย ๆ ที่สามารถจัดทำกันเองภายในครอบครัวและในชุมชนนั้นสอนให้ประชาชนรู้จักรักษาพยาบาลอย่างง่าย ๆ ที่สามารถจัดทำกันเองภายในครอบครัวและในชุมชนนั้นสอนให้ประชาชนรู้จักสาเหตุของอาการ หรือโรคที่เกิดขึ้น ตลอดจนวิธีการช่วยเหลือตนเองให้ปราศจากความเจ็บป่วยนั้น ๆ อย่างเหมาะสมกับสภาพความเป็นอยู่ตามธรรมชาติและแบบแผนพฤติกรรมที่เขาเคยปฏิบัติอยู่

2.2.4.2 รูปแบบเข้าข้างตัวเอง

เนื่องจากมนุษย์โดยทั่วไป มีลักษณะที่ชองเข้าข้างตนเองอยู่ตลอดเวลาถือตนเองเป็นใหญ่และมีความต้องการที่จะดูแลตนเอง ฉะนั้นถ้าสังคมอาศัยมูลเหตุจูงใจเชิงจิตวิทยาข้อนี้ให้เกิดประโยชน์ โดยให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการสุขภาพก็จะช่วยให้เขารู้จักการตัดสินใจเกี่ยวกับสุขภาพตัวเองได้อย่างถูกต้อง

2.2.4.3 รูปแบบเกี่ยวกับลัทธิ

สังคมจะต้องวางรากฐานความรู้ด้านสุขภาพอนามัยที่ถูกต้อง ให้กับประชาชน และต้องให้เหมาะสมกับขีดความสามารถของประชาชนตลอดจนส่งเสริมกลุ่มการช่วยเหลือกันเองให้พัฒนามากยิ่งขึ้น เพราะกลุ่มเหล่านี้จะช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาด้านสุขภาพที่เกิดจากพฤติกรรมที่ผิด ๆ ได้เช่น การสูบบุหรี่ ดื่มสุรา เป็นต้น

2.2.4.4 รูปแบบการมีชีวิตอยู่

จากสภาพความเป็นจริงที่ปรากฏอยู่ในสังคม คือ บริการทางด้านการแพทย์และสาธารณสุขมีไม่เพียงพอกับความต้องการของประชาชนและประชาชนพึ่งพาบริการทางการแพทย์เกินความจำเป็น เช่น การใช้บริการทางการแพทย์ เพื่อรักษาโรคที่สามารถป้องกันได้และบริการทางการแพทย์ที่มีราคาแพง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นจริงในทุก ๆ สังคม ฉะนั้นสังคมจึงควรมีการสร้างกฎเกณฑ์บางอย่างขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริงกฎเกณฑ์ที่สร้างขึ้นก็คือ แนวคิดเรื่องการดูแลสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

2.2.4.5 รูปแบบการแลกเปลี่ยน

ตามรูปแบบนี้การพัฒนาการดูแลตนเอง จะเกิดขึ้นในลักษณะของการปรับเปลี่ยนเพื่อตอบสนองสิ่งที่ตนต้องการ กล่าวคือ เมื่อใดประชาชนรู้สึกว่าบริการสุขภาพไม่สามารถตอบสนองความต้องการของเขาได้กระบวนการกแลกเปลี่ยน จะเกิดขึ้นทันทีเพื่อให้ได้สิ่งที่ดีที่สุดในการตอบสนองด้านสุขภาพ ฉะนั้นการส่งเสริมให้ประชาชนรู้จักดูแลรักษาสุขภาพอนามัยอย่างถูกต้องจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการตอบสนองความจำเป็นทางสุขภาพของประชาชนส่วนใหญ่

2.3 ฝุ่นละออง

2.3.1 คำนิยามและความหมาย

2.3.1.1 อนุภาคสาร (Particulate matter) คือมลสารใด ๆ ในบรรยากาศซึ่งอยู่ในสภาพของแข็งหรือของเหลงที่อุณหภูมิและความดันปกติ ยกเว้นไอน้ำ โดยมีแหล่งกำเนิดทั้งโดยธรรมชาติและจากกิจกรรมมนุษย์ อนุภาคมลสารมีขนาดตั้งแต่ 200 ไมครอน ลงไปถึงต่ำกว่า 0.1 ไมครอน ค่าที่ใช้เรียกทั่วไปได้แก่ ละอองไอ ฝุ่น ควัน ฟูม เขม่า

2.3.1.2 ละอองไอ (Aerosol) คืออนุภาคของแข็งหรือของเหลวที่แขวนลอยในตัวกลางที่เป็นก๊าซเป็นระยะเวลายาวนานพอที่จะสามารถสังเกตหรือตรวจวัดได้ โดยทั่วไปขนาดของอนุภาคละอองไออยู่ในช่วงระหว่าง 0.001–100 ไมครอน

2.3.1.3 ฝุ่น (Dust) คืออนุภาคของแข็งที่เกิดขึ้นจากกลไกการแตกของวัสดุขนาดใหญ่ เช่น การบด การโม่ การระเบิด การขุดเจาะ ทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายสู่อากาศโดยอนุภาคทั่วไปจะมีขนาดไม่สม่ำเสมอ และมีขนาดใหญ่กว่า 0.5 ไมครอน

2.3.1.4 ฟูม (Fume) คืออนุภาคที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้หรือการควบแน่นของไอซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีบางอย่าง ฟูมที่เกิดขึ้นมักจะเป็นผลมาจากการเผาไหม้ และกระบวนการอื่น ๆ ที่อุณหภูมิสูง

2.3.1.5 ควัน (Smoke) คือละอองไอของของแข็งหรือของเหลวที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงหรือจากการกลั่นตัวของไอระเหยในสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด โดยส่วนใหญ่จะเป็นอนุภาคขนาดเล็กกว่า 15 ไมครอน

2.3.1.6 เขม่า (Soot) คืออนุภาคขนาดเล็กมากของคาร์บอนหรือของอนุภาคที่มีคาร์บอนอยู่ในปริมาณสูงรวมตัวกันอยู่มักเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแบบไม่สมบูรณ์

2.3.1.7 หมอกหรือละออง (Fog or mist) คือละอองไอของของเหลวที่ฟุ้งกระจายในอากาศเกิดจากการกลั่นตัวของไอระเหยในสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวดเป็นของเหลวในรูปละอองไอเล็ก ๆ

2.3.1.8 ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) เป็นฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ (Respirable particulate) ของมนุษย์ได้

2.3.1.9 ฝุ่นละอองขนาดหยาบ (Coarse Particulate) คือฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วง 2.5 ถึง 10 ไมครอน ($PM_{2.5 - 10}$)

2.3.1.10 ฝุ่นละอองขนาดละเอียด (Fine Particulate) คือ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)ฝุ่นละออง (Dust) คือ อนุภาคของแข็ง (Particulate) ขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบตี บด กระแทก จนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัด ก็จะปลิวตัวกระจายตัวอยู่ในอากาศและตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกลงสู่พื้นจะช้า หรือเร็ว ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แอสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี ถ้ามนุษย์หายใจเข้าไป จะสามารถสะสมอยู่ในทางเดินหายใจตั้งแต่โพรงจมูกจนถึงถุงลมในปอดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง และความหนาแน่น

2.3.2 แหล่งกำเนิดของอนุภาค

อนุภาคฝุ่นละอองที่แขวนลอยฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศทั่วไปนั้นอาจเกิดได้จากแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดนั้น หรือเกิดจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคขึ้น สามารถจำแนกตามแหล่งกำเนิดได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.3.2.1 ฝุ่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน, ทราย, ละอองน้ำ, เขม่าควันจากไฟป่า, ฝุ่นเกลือจากทะเล, ภูเขาไฟ ฯลฯ

2.3.2.2 ปฏิกิริยาโฟโตเคมิคอลของก๊าซ (Photochemical gas reactions) ซึ่งเกิดระหว่างก๊าซโอโซนในธรรมชาติ และสารไฮโดรคาร์บอน เป็นผลทำให้เกิดอนุภาคที่มีขนาดเล็กซึ่งมีรัศมีน้อยกว่า 2.0 ไมครอน

2.3.2.3 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Particle)

1) การคมนาคมขนส่งซึ่งเกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะหรือรถประเภทต่าง ๆ เช่นเครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อยควันดำ ซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมากที่เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซล หรือการปล่อยควันขาวซึ่งเป็นละอองไอของน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้นนอกจากนี้การขนส่งหิน ดินทราย ซีเมนต์ หรือวัตถุอื่น ๆ ที่ไม่ได้คลุมด้วยผ้าใบ หรือถนนสกปรกทำให้เกิดฝุ่นละอองติดอยู่ที่ล้อ หรือถนน ซึ่งขณะรถแล่นจะทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในอากาศ

2) การก่อสร้าง

- การก่อสร้างหลายชนิดมักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง
- การก่อสร้างอาคารสูง ทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกจากอาคาร
- การรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

3) โรงงานอุตสาหกรรม

- การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา, ถ่านหิน, ฟืน, แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น เถ้าบิน (Coal fly Ash) จากโรงไฟฟ้า
- กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การโม่หิน, การผลิตปูนซีเมนต์ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตเจน และไฮโดรคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ ยังสามารถทำให้เกิดอนุภาคฝุ่นละอองในอากาศได้จากการเกิดปฏิกิริยาโฟโตเคมิคอลระหว่างออกไซด์ของไนโตรเจนและไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเรียกว่าSmog Reaction ได้อนุภาคที่มีรัศมีเล็กกว่า 0.2 ไมครอน

4) การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้งได้แก่การเผาขยะมูลฝอยหรือวัสดุต่าง ๆ จะเกิดเขม่าขี้เถ้าเป็นจำนวนมากฟุ้งกระจายไปในอากาศและลอยไปตามกระแสลมปกคลุมพื้นที่กว้าง ฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ จะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้วอาจจะแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ หรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เรียกว่า การตกกลับแบบแห้ง (Dry Deposition) ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน จะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กนี้สามารถตกกลับแบบเปียก (Wet Deposition) ได้ 2 รูปแบบ คือ อนุภาคฝุ่นจะเข้าไปเป็นแกนกลางให้ไอน้ำเกาะแล้วรวมตัวอยู่ในเมฆเรียกว่า Rain out และการตกกลับโดยฝนตกชะเอาอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศลงมาเรียกว่า Wash out

2.3.3 ขนาดของอนุภาค

2.3.3.1 ฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (Total Suspended Particulate) อนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งที่พบในอากาศ (ยกเว้นไอน้ำ) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.005 ไมครอน ถึง 100 ไมครอน แหล่งกำเนิดโดยธรรมชาติมักเกิดจากการฟุ้งกระจายของดิน ทรายที่พื้นผิวถนน และสถานที่ก่อสร้าง (Fugitive dust) โดยลมพัดจากพื้นดิน ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ซิลิกาเป็นจำนวนมาก ส่วนฝุ่นละอองรวมที่พบบริเวณเขตเมืองโดยทั่วไปเป็นการแพร่กระจายแบบปฐมภูมิจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งจากการจราจร โรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่น ๆ ส่วนฝุ่นทุติยภูมิมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบซัลเฟอร์ ไนโตรเจน และก๊าซอื่น ๆ ไปอยู่ในรูปของอนุภาค โดยฝุ่นละอองแขวนลอยรวมมักก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทรับความรู้สึกของร่างกาย เนื่องจากในฝุ่นมีสารพิษ เช่น ตะกั่ว แมงกานีส สารหนู ฯลฯ ซึ่งทำให้ตา จมูก คอ เกิดการระคายเคืองและอักเสบได้

2.3.3.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) เป็นสารมลพิษทางอากาศที่มีความสำคัญ ประกอบด้วยอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งขนาดเล็ก ได้แก่ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke)ฟูม (Fume) เขม่า (Soot) ประกอบด้วยมลสารหลายชนิดผสมผสานกัน และมีองค์ประกอบเคมีที่แตกต่างกัน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเกิดจากแหล่งกำเนิดหลายชนิด ฝุ่นที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน ฝุ่นจากละอองไอของทะเล (Sea spray) ส่วนฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยเฉพาะจากยานพาหนะที่ใช้น้ำมันดีเซล การเผาไหม้แบบเปิด เช่น การเผาขยะ การเผาของเสียจากเกษตรกรรม (หญ้า ฟาง) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (Indoor particle) จากกระบวนการอุตสาหกรรมที่ก่อให้ฝุ่นละออง เช่น โรงโม่หิน โรงงานปูนซีเมนต์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มักจะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเผาไหม้และรวมกับขี้เถ้าปลิว (Fly ash) จากโรงไฟฟ้า ควันดำจากรถยนต์ หรือเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลและเขม่าจากเตาเผาและการเผาไหม้ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้มีปริมาณธาตุคาร์บอนที่เป็นทั้งคาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) และคาร์บอนอนินทรีย์ (Elemental carbon) ในปริมาณสูงซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อมนุษย์ได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจจะสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ (Respirable Particulate) จึงสามารถก่อให้เกิดผลกระทบสำคัญที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ถูกแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงขนาด คือ อนุภาคส่วนหยาบ (Coarse fraction particulate) และอนุภาคส่วนละเอียด (Fine fraction particle)

2.3.3.3 อนุภาคส่วนหยาบ (Coarse fraction particulate) คือ อนุภาคที่มีขนาดระหว่าง 2.5 ถึง10 ไมครอน อนุภาคส่วนหยาบนี้ส่วนใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของอนุภาคที่มีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ เช่น อนุภาคที่มาจากฝุ่นดิน (Windblown soil dust) เป็นฝุ่นละอองปฐมภูมิ ซึ่งถูกปลดปล่อยออกสู่อากาศโดยตรงและไม่ถูกเปลี่ยนรูปโดยปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นอนุภาคส่วนหยาบนี้สามารถถูกจำแนกแหล่งกำเนิดขององค์ประกอบทางเคมีได้เป็นอย่างดี เนื่องจากองค์ประกอบของมันมีการเปลี่ยนแปลงได้น้อยมากขณะที่อยู่ในอากาศ องค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคส่วนหยาบนี้ส่วนใหญ่จะพบเป็น Crystalline oxide เช่น เหล็ก อลูมิเนียม ซิลิกอน แมงกานีส ทองแดง สังกะสี ส่วนสารประกอบอินทรีย์ด้วย Wax , Fatty acid ส่วนธาตุที่พบในอนุภาคส่วนหยาบส่วนใหญ่จะเป็นซิลิกอน อลูมิเนียม เหล็ก และแคลเซียมในปริมาณสูง

2.3.3.4 อนุภาคส่วนละเอียด (Fine fraction particulate) คือ อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5ไมครอน หรือเรียกกว่า $PM_{2.5}$ Fine particle เป็นอนุภาคของแข็งกึ่งแข็ง ที่อยู่ในสภาพกึ่งระเหย (Semi-volatile) โดยส่วนใหญ่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จะประกอบด้วย Secondary Particulate โดยอนุภาคส่วนละเอียดเกิดขึ้นในอากาศเมื่อก๊าซต่าง ๆ เช่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compound; VOC) ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ถูกเปลี่ยนรูปในอากาศโดยปฏิกิริยาเคมีและฟิสิกส์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะก๊าซไปอยู่ในรูปของอนุภาค (Gas-to-particle conversion)

2.3.3.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ประกอบด้วยอนุภาคส่วนละเอียดปฐมภูมิ (Primary Fine Particle) และอนุภาคส่วนละเอียดทุติยภูมิ (Secondary Fine Particle) ผสมกันอยู่โดยทั้งอนุภาคส่วนละเอียดปฐมภูมิและอนุภาคส่วนละเอียดทุติยภูมิมีช่วงเวลาที่อยู่ในอากาศเป็นระยะเวลายาวนานเป็นวันหรือสัปดาห์และสามารถเคลื่อนที่ไปได้ในระยะไกล (100-1000 กิโลเมตร) โดยมีแนวโน้มที่จะแพร่กระจายแบบ Uniform ในบริเวณเขตเมือง จึงเป็นการยากที่จะสำรวจย้อนกลับไปหาแหล่งกำเนิด

2.3.4 ลักษณะทางกายภาพของฝุ่น

เนื่องจากฝุ่นละอองที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศนั้น มีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน ทำให้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันทั้งขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น องค์ประกอบทางเคมี การเกาะตัวกัน และโครงสร้าง นอกจากนั้นในขณะที่อยู่ในบรรยากาศอาจเกิดการกระทำหรือเกิดปฏิกิริยาต่อกันทำให้เกิดความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น ฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศจะมีการเคลื่อนที่ในลักษณะที่ไม่เป็นระเบียบ การแพร่กระจายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยอาศัยลมพัดพาไป ดังนั้นลักษณะทางภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และสภาพทางอุตุนิยมวิทยาจะมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายหรือการแพร่กระจายของฝุ่นละอองมากที่สุด

โดยทั่วไปธรรมชาติจะมีขบวนการที่จะลดจำนวนฝุ่นในบรรยากาศลง เช่น การเกิดฝนตก ฟ้าคะนอง ขบวนการเช่นนี้จะทำให้ฝุ่นละอองเกิดการจับตัวกัน (Wash Out) โดยรวมกับเมฆและตกลงมาพร้อมกับฝนหรือฝุ่นละอองจะถูกชะล้างโดยน้ำฝน (Rain Out) สำหรับฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่จะเกิดการตกลงมาเองเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

2.3.5 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น

ฝุ่นละอองในบรรยากาศจะมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และเนื่องจากฝุ่นละอองมีที่มาจากแหล่งต่าง ๆ กัน นอกจากนั้นสภาพภูมิอากาศ และลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาจะมีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองด้วย ดังนั้นทั้งรูปร่าง ขนาด โครงสร้างการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี การเกาะกันเป็นก้อน (Coagulation) การควบแน่น (Condensation) การระเหย (Evaporation) การดูดซับ (Absorption) จะเกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งจะมีผลต่อการแพร่กระจาย (Diffusion) และการตกลงสู่พื้นดินของฝุ่นละออง จากสภาพเหล่านี้จะทำให้ทั้งปริมาณ และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองเปลี่ยนแปลงไปด้วย มวลของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนส่วนใหญ่ในเขตเมืองและเขตชานเมืองจะหมายถึงการรวมตัวกันขององค์ประกอบทางเคมีต่อไปนี้ ซึ่งอยู่ทั้งในรูปฝุ่นละอองปฐมภูมิ และทุติยภูมิ

สารประกอบซัลเฟต (Sulfate compound) ในอากาศอยู่ทั้งในรูปที่เป็นอนุภาคปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยรูปทั่วไปของสารประกอบซัลเฟตที่พบมากในฝุ่นละอองในอากาศ คือ แอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมไปซัลเฟต และกรดซัลฟูริก สารประกอบนี้สามารถละลายน้ำได้ และส่วนใหญ่ถูกผลิตโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไปเป็นซัลเฟตในฝุ่นละออง แหล่งกำเนิดของซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

สารประกอบไนเตรท (Nitrate compound) ที่พบในฝุ่นละอองมากที่สุดคือ แอมโมเนียม ไนเตรท ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดมากจากการเปลี่ยนรูปกลับไปมาระหว่างก๊าซและอนุภาค (Gas-to-particle equilibrium) ระหว่างก๊าซแอมโมเนียและก๊าซในรูปกรดไนตริก และฝุ่นแอมโมเนียมไนเตรท เนื่องจากสมดุลสามารถผันกลับได้ อนุภาคที่ประกอบด้วยแอมโมเนียมไนเตรทสามารถระเหยสู่อากาศหลังจากการเก็บตัวอย่างแล้วได้ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

สารประกอบแอมโมเนียม (Ammonium compound) สารประกอบแอมโมเนียมที่พบมากในอากาศอยู่ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมไบซัลเฟต และแอมโมเนียไนเตรท แอมโมเนียซัลเฟต และแอมโมเนียมไบซัลเฟตเกิดมาจากปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟูริกและแอมโมเนียที่ไม่สามารถผันกลับได้ แอมโมเนียมในอากาศเป็นก๊าซปฐมภูมิขั้นพื้นฐาน(Primary basic gas) แหล่งกำเนิดสำคัญของแอมโมเนียม คือ ของเสียจากสัตว์ การปลดปล่อยจากดิน การแพร่ของก๊าซแอมโมเนียของปุ๋ยในดิน

คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) สารอินทรีย์ที่พบในฝุ่นละอองเป็นการรวมตัวกันของ สารประกอบนับพันชนิดโดยประกอบด้วยสารประกอบของคาร์บอนมากกว่า 20 อะตอม การวิเคราะห์คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) ในอากาศทำได้ยาก เนื่องจากสารประกอบกึ่งระเหยได้ (Semi-volatile) ของคาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) จึงต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายขั้นตอน แหล่งกำเนิดของคาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฝุ่นจากถนน และปฏิกิริยาโฟโตเคมิคอล

คาร์บอนอนินทรีย์ (Elemental carbon) หรือ black carbon เป็นสารประกอบที่ใช้ติดตามตรวจสอบ (Tracer) ฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้ต่าง ๆ ส่วนฝุ่นดินและฝุ่นจากทะเลมีคาร์บอน อนินทรีย์ปริมาณเล็กน้อย ปริมาณคาร์บอนอนินทรีย์แปรผันตามปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และการแบ่งแยกทั้งคาร์บอนอินทรีย์และคาร์บอนอนินทรีย์ขึ้นอยู่กับวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้เช่น Thermal optical analysis method

น้ำ (Water) สามารถทำละลายสารประกอบไนเตรท ซัลเฟต แอมโมเนียมโซเดียมสารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ได้ โดยบางชนิดดูดซับไอน้ำมาจากอากาศโดยเฉพาะเมื่ออากาศมีความชื้นเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ (กรดซัลฟูริกมีความสามารถดูดน้ำได้ดี) ฝุ่นละอองที่ประกอบด้วยสารประกอบดังกล่าวเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น (Droplet mode) จะเข้ารวมตัวกับน้ำ

2.3.6 สัณฐานของอนุภาค

อนุภาคในบรรยากาศไม่ได้มีลักษณะทางสัณฐานของอนุภาคเป็นทรงกลมเพียงชนิดเดียว ส่วนใหญ่จะขึ้นกับแหล่งกำเนิดของอนุภาค สัณฐานของอนุภาคชนิดทรงกลม ได้แก่ เกสรดอกไม้ และของแข็งที่เกิดจากการควบแน่น เช่น ขี้เถ้าปลิว (Fly ash) อนุภาคทรงกระบอก ได้แก่ เส้นใยของขนสัตว์ ฝ้ายแก้ว แอสเบสตอส และเส้นใยสังเคราะห์ต่าง ๆ ส่วนสินแร่มีสัณฐานทั้งชนิดที่ไม่เป็นระเบียบ (Irregular) และเป็นระเบียบหรือเป็นปุย หรือสะเก็ด (Flake like) การเกิดก้อนรวมขนาดใหญ่ของฝุ่นละออง (Agglomerates) สามารถเกิดได้จาการที่อนุภาครวมตัวกันในขณะที่ลอยอยู่ในอากาศหรือเกิดจากการลดอุณหภูมิลงของก๊าซที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งจะทำให้มีลักษณะทางสัณฐานที่เห็นเป็นเหมือนลูกโซ่ (Chain like) และเป็นฟล๊อก (Flocs คือ กลุ่มอนุภาคที่รวมตัวกัน

หลวม ๆ) และมักจะเกิดขึ้นในระหว่างการเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง ซึ่งผลิตอนุภาคคาร์บอนจำนวนมาก

2.3.7 มาตรฐานอนุภาคฝุ่นละออง

เป็นการกำหนดระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงสุดซึ่งยินยอมให้มีได้ในบรรยากาศตามกฎหมาย เพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตรายต่อประชาชนหรือระบบนิเวศน์ ซึ่งประเทศไทยได้จัดทำมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศตั้งแต่ ปี พ.ศ.2524 ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ.2518 ซึ่งได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง ในบรรยากาศค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ย 1 ปีมีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีวัดแบบ Gravimetric

ต่อมาได้มีการทำมาตรฐานคุณฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศขึ้นใหม่ในปี พ.ศ.2538 ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ. 2535 โดยกรมควบคุมมลพิษสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยใช้วิธีวัดแบบ Gravimetric High Volumeได้แบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ

2.3.7.1. ฝุ่นรวม (TSP) มีค่าความเข้มข้นมาตรฐานในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 0.33มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ค่าเฉลี่ยใน 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 10 ไมครอน เมื่อหายใจเข้าไปจะทำให้เกิดการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจส่วนต้น (Upper Respiratory Tract) ทัศนวิสัยการมองเห็นเสื่อมลง เป็นอันตรายต่อสิ่งก่อสร้าง เกิดการกัดกร่อนผิวหน้าของงานโลหะ

2.3.7.2. ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน จะสามารถเข้า สู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง และถุงลมปอด ซึ่งถ้าได้รับในปริมาณมากติดต่อกันจะทำให้เกิด การสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดโรคระบบทางเดินหายใจและการติดเชื้อของปอด หลอมลมอักเสบ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสติดเชื้อระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น

2.3.8 ผลกระทบจากฝุ่นละออง

2.3.8.1) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ต่อพืช ฝุ่นละอองจะจับบนใบพืช ทำให้ก๊าซเข้าสู่ใบได้น้อยลง ในที่สุดเกิดเป็นใบเหลืองและเฉา นอกจากนี้ฝุ่นยังทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งมีความ ยาวคลื่น 400 –760 นาโนเมตร สะท้อนออกเพิ่มขึ้น เป็นผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง ในทางตรงกันข้ามจะดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่น 1,750 +1,850 นาโนเมตร มากขึ้น ทำให้ความร้อนภายในใบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่น และองค์ประกอบของฝุ่นละอองในส่วนผลกระทบต่อวัสดุ และสิ่งก่อสร้าง ฝุ่นละอองที่ตกลงมานอกจากจะทำให้เกิดความสกปรกแก่อาคารบ้านเรือน ยังทำให้เกิดการทำลายและกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะ หินอ่อนหรือวัตถุอื่น ๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี เป็นต้น

2.3.8.2 ผลกระทบต่อมนุษย์ทางด้านสุขภาพอนามัย อันตรายของฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับความสามารถในการผ่านเข้าไปในทางเดินหายใจ และส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจดังนี้

1) พยาธิสภาพของทางเดินหายใจส่วนต้น ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ

1.1) การระคายเคือง (Simple Irritation) เมื่อสูดดมฝุ่นที่ระคายเคือง ต่อเยื่อบุผิวทางเดินหายใจ ต่อมเมือกจะเกิดการขยายตัวแล้วขยายใหญ่ขึ้นเป็นผลให้ผลิตสารเมือกมากขึ้น ในหลอดลม หลอดลมแคบลง การขจัดสารเมือกทำได้ลดลง เกิดหลอดลมอักเสบ ซึ่งถ้าเป็น บ่อย ๆ จะเป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis)

1.2) ภาวะภูมิแพ้และการสร้างภูมิคุ้มกันเกิน Allergic and immune reactions) เมื่อฝุ่นเข้าสู่ทางเดินหายใจ บางคนอาจมีการตอบสนองทันที โดยเกิดการรวมตัวกันของเซลล์พวก Eosinophil และ mast cell ซึ่งจะปล่อยสารทำให้เกิดการหดตัวของหลอดลม เกิดเป็นภาวะ หอบหืด (Asthma) ผู้ป่วยมักมีประวัติหอบเหนื่อย หรือ หายใจได้ยินเสียงวี้ดเมื่อสูดดมฝุ่น

1.3) การเกิดมะเร็งปอด (Malignant Change) ฝุ่นของสาร เช่น แอสเบสตอล สามารถกระตุ้นให้เกิดมะเร็งปอดได้ โดยเฉพาะกับคนที่สูบบุหรี่ และยังทำให้เกิดมะเร็งในเยื่อหุ้มปอดด้วย

2) พยาธิสภาพของถุงลมและเนื้อปอด โดยจะเกิดในส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส พยาธิสภาพของทางเดินหายใจระดับล่าง เกิดจากฝุ่นขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 5 ไมครอน หรือฝุ่นที่มีลักษะเป็นเส้นใย (Fiber หมายถึง : ฝุ่นที่มีความยาวกว้างกว่า 3 เท่าขึ้นไปและมีขนาดความกว้างน้อยกว่า 3 ไมครอน) จากคุณสมบัติทางเคมี ขนาด รูปร่าง และปริมาณ ทำให้เกิดพยาธิสภาพต่างๆ กัน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ

2.1) เนื้อเยื่อพังผืด (Diffuse interstitial fibrosis) คือ มีเนื้อเยื่อพังผืดแทรกตัวอยู่ในช่องระหว่างเนื้อปอด และผนังถุงลมปอด แมคโครเฟจที่ถูกทลายจะไปกระตุ้นเซลล์ไฟโปรกลาสท์ ให้โตอย่างรวดเร็วผิดปกติ เกิดเนื้อเยื่อพังผืดจำกัดการขยายของปอด ทำให้มีอาการหอบเหนื่อยจากปอดขยายตัวไม่เต็มที่ลดพื้นที่ในการแลกเปลี่ยน

2.2) เนื้อเยื่อพังผืดจับกันเป็นหย่อม (Nodular fibrosis) คือ การที่เนื้อเยื่อพังผืดจับกันเป็นหย่อมเล็ก ๆ (Nodule) ในบริเวณที่มีฝุ่นตกค้างอยู่ในปอด ทำให้มีอาการเหนื่อยหอบจากการที่ปอดขยายตัวได้ไม่เต็มที่ และมีการอุดตันทางเดินหายใจขณะหายใจออก

2.3) การอักเสบบริเวณถุงลมหรือเกิดภูมิแพ้ต่อสารนอกร่างกาย (Extrinsic Allergic Alveolitis) คือ โรคที่มีการอักเสบของเนื้อปอด ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกันต่อฝุ่นที่เป็นสารอินทรีย์ หรือสารเคมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำบางชนิดที่หายใจเข้าไปในปอด อาการที่เกิดระยะแรก ๆ เป็นแบบการอักเสบ มีไข้หนาวสั้น ต่อมาเหนื่อยหอบ ไอ อ่อนเพลีย ถ้าเรื้อรังอาจมีเนื้อเยื่อพังผืดหรืออาจเกิดหลอมลมโป่งพอง

2.4) ถุงลมโป่งพอง (Emphysema) มักเกิดในคนที่ได้รับฝุ่นจำนวนมาก ๆ เป็นเวลานาน ๆ เนื่องจากผนังถุงลม และหลอดลมถูกทำลายไปช้า ๆ เนื่องจาก Poly morph nuclear ปล่อยสารพิษออกมาทำลาย อาการที่พบจะมีอาการเหนื่อยหอบ จากทางเดินหายใจอุดตันเรื้อรัง

2.5) น้ำคั่งในถุงลมปอด (Acute pulmonary Edema) คือ ผนังเส้นเลือดฝอยที่ผนังถุงลมผิดปกติทำให้น้ำและพลาสมา และเม็ดเลือดแดงรั่วเข้าสู่ถุงลม อากาศไม่สามารถเข้า สู่ถุงลมได้ เกิดอาการเหนื่อยหอบทันทีทันใด มีเสมหะเป็นสีชมพู หรือสีเลือดเกิดจากสูด เอาควันพิษเข้าไป เช่น SO_2, Cl_2, NH_3, หรือ Fumes ของโลหะ

นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายตามชนิดของฝุ่นอันเป็นโรคแห่งอาชีพซึ่งขึ้นอยู่กับ ปริมาณ ความหนาแน่นของฝุ่นในอากาศ ระยะเวลาที่สัมผัสได้รับของ แต่ละบุคคล ชนิดของฝุ่น บริเวณที่สัมผัส และปัจจัยของบุคคล เพราะเนื่องจากดวงตา ผิวหนัง และทางเดินหายใจของมนุษย์เป็นบริเวณที่สัมผัสฝุ่นจึงพบพยาธิสภาพที่เกิดจากฝุ่นได้บ่อยที่พบได้จากอาชีพที่สัมผัสสารต่างชนิดกันได้แก่

1) โรคปอดแข็ง (Pneumoconiosis) เนื่องจากฝุ่นที่หายใจเข้าไปถึงปอด และจะทำปฏิกิริยากับเนื้อเยื่อในปอด ทำให้บริเวณนั้นเกิดเนื้อเยื่อที่มีลักษณะเหนียงแบบพังผืด (Fibrosis) ซึ่งทำให้บริเวณนั้นเสียหน้าที่การแลกเปลี่ยนก๊าซไป และทำให้ความสามารถในการขยายตัวของปอดลดลง โรคปอดแข็งเรียกชื่อแตกต่างกันไป ตามลักษณะของฝุ่นที่เป็นสาเหตุ เช่น โรคปอดฝุ่นทราย (Silicosis) เกิดจาการหายใจเอาฝุ่นทรายที่มี Quartz หรือ Silica เข้าไป เป็นต้น

2) ภาวะการแพ้ (Allergic effects) ส่วนใหญ่เกิดจากฝุ่นของพวกสารอินทรีย์ เช่น ฝุ่นฝ้าย ฝุ่นชานอ้อย เกสรดอกไม้ ฝุ่นแป้ง เมื่อเกิดภาวะแพ้ มักจะปรากฏอาการออกมา ในรูปของหืดหอบ (Alveolitis)

3) การระคายเคือง (Irritant effect) ในที่นี้รวมถึงการระคายเคืองต่อตา ผิวหนัง และเยื่อบุทางเดินหายใจด้วย ซึ่งถ้าเกิดการระคายเคือง อาการที่ปรากฏจะมีอาการระคายเคืองตา น้ำตาไหล ผื่นผิวหนัง มีน้ำมูกใส หรือมีเสมหะมาก จาม ไอ จนกระทั่งหลอมลม ตีบแคบ หายใจลำบาก หอบเหนื่อย เป็นต้น

4) ทำให้เกิดมะเร็ง (Carcinogenic effects) การเกิดมะเร็งนั้น สาเหตุที่ทำให้เกิดมีทั้งจากภายนอกและภายในร่างกาย สารบางตัวทำให้ขบวนการทางชีวเคมีเปลี่ยนไป บางตัวทำให้เซลล์ในร่างกายกลายเป็นเซลล์มะเร็ง เช่น ฝุ่นแอสเบสตอล จุลินทรีย์หรือสารเคมีมากับ ฝุ่นละอองเอง

5) เป็นพิษต่อระบบร่างกาย (System toxic effect) ฝุ่นเมื่อเข้าปอดสามารถเข้าสู่ระบบเลือดได้ และสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารได้โดยการกลืนฝุ่นเข้าไปในน้ำลายหรือเสมหะ การเป็นพิษขึ้นอยู่กับชนิดและเลือกปริมาณ ซึ่งจะทำการกระจายไปสู่ระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ตับและไต

6) ผลต่อผิวหนัง (Skin effect) อนุภาคฝุ่นจากพวกฉนวนกันความร้อน เช่น พวก Fiber glass เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบแบบผื่นแดงได้

2.3.9 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการกระจายตัวของฝุ่นละออง

2.3.9.1 ความเร็วและทิศทางลม

ลม คืออากาศที่เคลื่อนไหว เป็นผลรวมของความกดอากาศและแรงต่างๆบนพื้นโลก ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแรงเสียดทานเท่านั้น อากาศจะเคลื่อนที่มีความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ หากลมพัดอยู่ในทุ่งโล่ง ย่อมไม่เกิดแรงเสียดทานหรือการด้านลมได้เท่ากับในเมืองซึ่งมีอาคารบ้านเรือน ในบรรยากาศชั้นสูงขึ้นไปจะมีแรงด้านลมน้อยกว่าชั้นอากาศที่อยู่ติดกับพื้นผิวโลก ดังนั้นลมย่อมพัดแรงขึ้น

มลพิษทางอากาศเมื่อระบายออกจากแหล่งกำเนิดแล้วจะถูกลมพัดพาไป แต่ลมที่พัดพาไปนั้นมิได้พัดไปตรงๆเสมอ เพราะในประเทศไทยนั้นมีความหนาแน่นของทิศทางลมน้อยมากแม้แต่ในชั่วโมงหนึ่งๆลมก็อาจพัดไปได้หลายทิศทาง ทั้งนี้เพราะเมืองไทยเป็นเมืองร้อน มีแสงอาทิตย์ส่องมาก ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นดิน น้ำกับอากาศมีได้สูง (พื้นดินจะดูดซับความร้อนได้มากกว่าอากาศหรือน้ำ) ดังนั้นลมจะเกิดขึ้นจากการยกตัวของอากาศที่อยู่ใกล้พื้นดิน และการพัดเข้าไปแทนที่ของอากาศที่เย็นกว่าที่เข้าไปแทนที่ตัวอย่างระดับท้องที่ ได้แก่ ลมทะเล และตัวอย่างระดับภูมิภาค ได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนในเวลากลางคืนหรือฤดูหนาว พื้นดินจะเย็นลงเร็วกว่าอากาศหรือน้ำ ทำให้ทิศทางลมกลับกัน นอกจากลมระดับท้องถิ่นหรือระดับภูมิภาคแล้ว ยังมีลมที่เกิดขึ้นเฉพาะที่ เช่น อาจจะเกิดจากสภาพภูมิประเทศ เช่น มีอาคารหรือภูเขา ทำให้ทิศทางลมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ ความเร็วและทิศทางลม ณ ที่ใดที่หนึ่ง จะแสดงได้ด้วยแผนภูมิลม (Wind rose) ทิศทางของเส้นในแผนภูมิลม จะแสดงทิศที่ลมพัดมา และจะอ่านความเร็วลมได้จากสเกลที่แนบมากับแผนที่ลม

2.3.9.2 ความปั่นป่วน

อากาศเมื่อมีการเคลื่อนที่บางครั้งจะเกิดกระแสวน ในลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำวนในแม่น้ำ กระแสวนนี้จะพัดพามลพิษและทำให้เกิดการกระจายตัวไปในทิศทางต่างๆเมื่อพวยควันจากปล่องโรงงานเข้าสู่บรรยากาศ กระแสวนที่มีขนาดเล็กจะไม่มีผลต่อการกระจายตัวมากนัก เช่นเดียวกับเมื่อกระแสวนขนาดใหญ่เกินกว่าพวยควัน ซึ่งพัดพาควันให้วกไปวนมา แต่มิได้ช่วยทำให้เกิดการกระจายมลพิษได้เท่ากับกระแสวนที่มีขนาดไล่เลี่ยกับพวยควันกระแสปั่นป่วนเกิดจากมีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความปั่นป่วนทางกล (Mechanical turbulence) และเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เรียกว่า ความปั่นป่วนทางความร้อน (Thermal turbulence) ความปั่นป่วนทางกลเกิดขึ้นเมื่อมีการขัดขวางการเคลื่อนที่ของอากาศ เช่น ต้นไม้ ภูเขา ซึ่งทำให้เกิดแรงเสียดทานพร้อมกันไปด้วย หากลมพัดแรง ความปั่นป่วนจะเกิดมากขึ้นตามไปด้วย

ส่วนความปั่นป่วนทางความร้อนเกิดขึ้นเมื่อผิวโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ พื้นดินรวมทั้งอากาศที่อยู่ใกล้เคียงจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เกิดกระแสลมปั่นป่วนขึ้นในบรรยากาศชั้นล่าง ในทางตรงกันข้ามในเวลากลางคืน พื้นดินและอากาศที่อยู่ใกล้พื้นผิวโลกเย็นลง เนื่องจากพื้นดินแผ่รังสีความร้อนกลับสู่บรรยากาศจึงทำให้อากาศหยุดนิ่ง และความปั่นป่วนลดน้อยที่สุด

2.3.9.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของบรรยากาศที่ระดับต่างๆจะไม่เท่ากัน ตามปกติอุณหภูมิจะลดลงตามความสูงกล่าวคือ ยิ่งสูงอากาศจะยิ่งเย็นลง และความแตกต่างของอุณหภูมิที่ความสูงต่างๆ ในลักษณะเช่นนี้จะทำให้มีการกระจายตัวของมลพิษจะเป็นไปได้น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวัดอุณหภูมิที่ระดับความสูงต่างๆโดยใช้ลูกบอลลูนตรวจอากาศหรือหอสูง ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ระดับต่างๆจะเป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อมว่ามีความปั่นป่วนมากน้อยเพียงใดและจะมีผลต่อการกระจายของมลพิษในบรรยากาศเพียงใด

2.3.9.4 ภูมิประเทศ

ภูมิประเทศจะมีผลต่อลมในท้องถิ่นนั้นๆ เช่น บริเวณชายทะเล จะเกิดมีลมบก-ลมทะเล เมื่อพื้นน้ำที่กว้างใหญ่ เช่น ทะเลหรือมหาสมุทรได้รับแสงแดดจะร้อนช้ากว่าพื้นดิน อากาศที่ร้อนบนพื้นดินจะลอยตัวขึ้นสูง อากาศที่เย็นเหนือพื้นน้ำจะไหลเข้าแทนที่ เรียกว่า ลมบก เนื่องจากพื้นดินคายความร้อนได้ดีกว่าพื้นน้ำ ในบริเวณหุบเขา จะเกิดลมภูเขา-ลมหุบเขา (Mountain valley wind) เมื่อหุบเขาได้รับแสงแดดก็จะเกิดลมหมุนเวียนเช่นเดียวกัน กล่าวคือ พื้นดินบนภูเขาจะได้รับแสงแดดมากกว่าพื้นดินในหุบเขาข้างล่าง อากาศร้อนบริเวณใกล้พื้นดินบนภูเขาจะลอยตัวสูงขึ้น และอากาศที่เย็นกว่าในหุบเขาไหลขึ้นมาแทนที่ ทำให้เกิดลมภูเขา (Up-mountain Wind) ครั้นตกเวลากลางคืน พื้นดินบนภูเขาจะคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นดินในหุบเขา จึงเกิดลมสวนทางกลับจากที่สูงลงสู่หุบเขาเบื้องล่าง เรียกว่า ลมหุบเขา (Down-mountain Wind)

2.4 เสียง

เสียงเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่เกิดจาการสั่นสะเทือนของวัตถุ การสั่นสะเทือนนั้นจะเกิดเป็นคลื่นเสียงซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ อาจสั่นช้าบ้างเร็วบ้าง เราสามารถนับรอบของการสั่นสะเทือนเป็นจำนวนครั้งต่อวินาที ซึ่งเป็นหน่วยของความถี่ของเสียงที่เรียกว่า Hertz (Hz) ความถี่ของเสียงที่มนุษย์สามารถรับฟังได้คือ ตั้งแต่ 20 Hz จนถึง 40000 Hz

เสียงรบกวน (Noise) หมายถึง เสียงที่ไม่พึงปรารถนาหรือเกินขีดความสามารถของโสตประสาทหูจะรับได้ ผลของการรบกวนขึ้นอยู่กับระดับเสียงและความถี่ของเสียง เสียงรบกวนอาจมีแหล่งกำเนิดหลายๆแห่ง เช่น จากเครื่องยนต์รถยนต์หรือจักรยานยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรทางการเกษตร จากการก่อสร้าง ฯลฯ เสียงรบกวนเมื่อได้รับมากๆ จะทำให้หย่อนสมรรถภาพในการรับฟัง สำหรับความดังของเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล ย่อว่า dB และการฟังเสียงจะชัดเจนหรือไม่ ขึ้นอยู่กับสิ่งที่เกี่ยวข้องหลายประการ กล่าวคือ จะต้องมีประสาทหูดี

จะต้องรู้และเข้าใจภาษาพูด และต้องมีความเข้าใจที่จะรับฟังดีด้วย นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสมรรถภาพการนำเสียงในหูชั้นนอก หูชั้นกลาง และสภาพแวดล้อมอีกด้วย

2.4.1 กลไกการได้ยิน

2.4.1.1) กลไกการได้ยินในหูชั้นนอก

เมื่อคลื่นเสียงเดินทางถึงหู ใบหูจะป้องเสียงให้ผ่านเข้าสู่ช่องหู ช่วยเปลี่ยนทิศทางในการเปลี่ยนสเปคตรัมของคลื่นเสียง ผลจากการเลี้ยวเบนผ่านศีรษะและใบหู ซึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางของต้นกำเนิดเสียง ช่องหูช่วยให้เกิดการกำทอนของคลื่นความถี่ 2000 - 5000 Hz ได้ดี โดยเฉพาะคลื่นความถี่ประมาณ 3000 - 4000 Hz จะขยายเสียงได้ดังขึ้นถึง 12 dB เยื่อแก้วหูเป็นเยื่อบางๆจะทำหน้าที่รับคลื่นเสียง ด้วยการขยับเขยื้อนเหมือนไดอะแกรมของลำโพงเสียง บริเวณศูนย์กลางของเยื้อแก้วหูจะขยับเป็นส่วนๆ เมื่อรับคลื่นความถี่ตั้งแต่ 2400 Hz เยื่อแก้วหูขยับเขยื้อนจะเปลี่ยนสภาพความกดดันของอากาศเป็นการสั่นสะเทือนทางกล ซึ่งจะสั่นปลายกระดูกค้อนในหูชั้นกลาง

2.4.1.2 กลไกการได้ยินในหูชั้นกลาง

หูชั้นกลางทำหน้าที่เหมือนหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงขึ้น ซึ่งเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นการสั่นสะเทือนทางกล ที่มีกำลังขยายมากขึ้นเพื่อจะชดเชยความต้านทานต่อเสียงของของเหลวในหูชั้นใน

2.4.1.3 กลไกการได้ยินในชั้นใน คลื่นเสียงเข้าสู่หูชั้นในได้ 3 ทาง คือ

1) ผ่านเข้าสู่ทางออสซิคูลาร์เซน โดยเริ่มจากเยื้อแก้วหูผ่านหน้าต่างรูปกลมไปถึงหน้าต่างรูปไข่

2) ผ่านกระดูกหูชั้นกลางโดยตรงไปถึงหน้าต่างรูปไข่หรือหน้าต่างรูปกลม

3) ผ่านทางกระดูก

เซลล์ขนซึ่งเป็นส่วนประกอบของออร์แกน ออฟ คอร์ติ จะรับคลื่นที่มีความถี่ต่างกันอย่างเป็นระเบียบ โดยเซลล์ขนที่อยู่บริเวณก้นหอยส่วนล่างจะรับความถี่สูงๆได้ดีมาก ส่วนเซลล์ขนบริเวณยอดๆของก้นหอยนั้นจะรับเสียงความถี่ต่ำๆได้ดีมาก

2.4.2 ผลกระทบมลพิษทางเสียงต่อสุขภาพ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

2.4.2.1 อันตรายต่อระบบการได้ยิน

1) เสียงเข้าสู่หูชั้นในได้ 2 ทาง คือ การนำเสียงทางอากาศและการนำเสียงเข้าทางกระดูก

2) การนำเสียงทางอากาศ เสียงเข้าสู่หูชั้นนอก ผ่านหูชั้นกลาง และหูชั้นในซึ่งมีอวัยวะทำหน้าที่รับเสียง อันประกอบไปด้วย Hair Cell จะมีใยประสาทซึ่งนำพลังงานเสียง ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าวิ่งไปสู่ Auditory Cortex ซึ่งเป็นส่วนที่แปลความหมายของเสียงอยู่ใน Temporal Lope การนำเสียงทางกระดูก เสียงจะเข้าสู่หูชั้นในทางกระดูกมาสตอยด์ ซึ่งอยู่บริเวณหลังใบหู (โดยไม่ผ่านหูชั้นนอก และหูชั้นกลาง) เข้าสู่ Hair Cell และต่อไปยัง Auditory Cortex

3) อันตรายต่อระบบการได้ยิน แบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

3.1) อันตรายอย่างเฉียบพลันจากเสียง หมายถึง ภาวะที่ทำการได้ยินสูญเสียทันทีเป็นผลจากการได้รับเสียงดังมากๆในระยะเวลาสั้นๆ เช่น เสียงระเบิด เสียงปืน ฯลฯ

3.2) การสูญเสียการได้ยินจากเสียง คือ การสูญเสียการได้ยินแบบค่อยเป็นค่อยไป เกิดขึ้นในผู้ที่ทำงานในที่ที่มีเสียงดังเป็นเวลานานๆ

2.4.2.2 การเสื่อมของหูที่เกิดจากเสียงมีขั้นตอนดังนี้

1) ระดับการได้ยินเปลี่ยนแปลงชั่วคราว คือ ประสาทหูเสื่อมที่เกิดขึ้นเมื่อสัมผัสกับเสียงดัง และการได้ยินนั้นสามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้หลังจากการได้หยุดสัมผัสเสียงดัง ระยะนี้เป็นช่วงของการล้าของการได้ยิน อาการประสาทหูเสื่อมมักเกิดร่วมกับเสียงดังในหู

2) ระดับการได้ยินเสียงแบบถาวร หมายถึง ระดับการได้ยินไม่กลับเป็นปกติได้หมด โดยอาจเหลือจากการเสียบางส่วน แต่บางส่วนจะเสื่อมอยู่ตลอดไปและเสียงดังในหูก็ยังคงมีอยู่ ระยะแรกของการเสื่อมได้ยินเริ่มที่ช่วงความถี่ 3000 - 6000 เฮิรตซ์ และจะพบว่าการได้ยินที่ 4000 เฮิรตซ์ จะเสียก่อนความถี่อื่นเมื่อทำงานที่มีเสียงดังเป็นระยะเวลานานๆ จะมีการเสื่อมการได้ยินทีละน้อยโดยไม่รู้ตัว จนกว่าการเสื่อมการได้ยินนั้นจะลุกลามจนถึงความถี่ที่เป็นเสียงพูด ซึ่งทำให้การรับฟังเสียงคำพูดไม่เข้าใจ ถ้าการได้ยินเสียงมากจะทำให้ผู้ป่วยไม่ทราบทิศทางของเสียง

2.4.3 ระดับความดังของเสียง

การสูญเสียการได้ยินจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความดัง โดยจากการศึกษาพบว่าการสัมผัสเสียงที่ดังเกิน 1 dB อาจทำให้สูญเสียการได้ยินเพิ่มขึ้น 1.6 dB การทำงานในที่มีเสียงดังไม่เกิน 75 dB ที่ความถี่ 250 , 500 Hz และไม่เกิน 70 dB ที่ความถี่ 1000, 2000, 4000 Hz สามารถทำงานได้โดยไม่พบการสูญเสียการได้ยินถึงแม้จะสัมผัสเสียงนานเท่าใด การสูญเสียการได้ยินจะขึ้นอยู่กับความถี่ด้วย โดยทั่วไปการสัมผัสที่ความถี่สูงจะมีอันตรายมากกว่าความถี่ต่ำ

OSHA และ ACGIH แห่งสหรัฐอเมริกา OSHA กำหนดระดับเสียงที่อาจได้ยินหรือสัมผัสในระยะเวลา 8 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 90 dB (A) ไม่อนุญาตให้สัมผัสเสียงดังเกิน 115 dB (A) และ ACGIH กำหนดระดับเสียงไม่เกิน 85 dB (A) ส่วนมาตรฐานเสียงดังในสถานประกอบการของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมนั้น กำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานภายในสถานประกอบการที่ทำงานเกินวันละ 8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อวันละไม่เกิน 80 dB (A) และนายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในสถานประกอบการที่มีระดับเสียงเกินกว่า 140 dB (A) ไม่ได้

2.4.4 ระยะเวลาในการสัมผัสกับเสียง

การสัมผัสกับเสียงดัง หากสัมผัสในช่วงระยะเวลาหนึ่งจะทำให้การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว สามารถหายเป็นปกติได้ ลักษณะการสูญเสียการได้ยินมักจะเกิดขึ้นช้าๆ ในช่วงการสัมผัสเสียง 2 ชั่วโมงแรก และเสียเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 4 - 8 ชั่วโมง และหลังจาก 8 ชั่วโมงจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการได้ยินอีกต่อไป (สุวิศิษฏ์ , 2544)

2.4.4.1) มาตรฐานมลพิษทางเสียงโดยทั่วไป เพื่อใช้ควบคุมโรงงานอุตสาหกรรม

2.4.4.2) มาตรฐานควบคุมระดับเสียงทั่วไป

จากการกำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียง เพื่อการจัดการควบคุมระดับเสียงโดยทั่วไปจะมีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 เดซิเบล เอ ทุกพื้นที่ของประเทศไทย ซึ่งในการกำหนดมาตรฐานมลพิษทางเสียงจาก ได้ทำการรวบรวมกฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (2540) เรื่อง กำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปและจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม กำหนดให้ภายในสถานประกอบการที่มีลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงานดังต่อไปนี้

1.1) ไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 91 เดซิเบล เอ

1.2) เกินกว่าวันละ 7 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 8 ชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 90 เดซิเบล เอ

1.3) เกินวันละ 8 ชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน80เดซิเบล เอ

1.4) นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีระดับเสียงเกินกว่า 140 เดซิเบล เอ ไม่ได้

2) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ฉบับที่ 4 พ.ศ.2524) กำหนดให้เป็นหน้าที่ของผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ต้องจัดให้ทุกคนซึ่งอยู่ในบริเวณที่ทำงานที่มีเสียงดังเกินกว่า 80 เดซิเบล เอ ซึ่งเป็นเสียงดังอันอาจเป็นอันตรายต่อแก้วหู อุดหูด้วยที่อุดหู (Ear plugs) ที่มีประสิทธิภาพ

3) พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2512 มาตรา 39 (14) เรื่องประกอบกิจการมิให้เกิดเหตุรำคาญตามกฎหมายสาธารณสุข และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 หมวด 4 ข้อ 75 ซึ่งระบุให้โรงงานต้องกำจัดเสียงและความสั่นสะเทือนที่เกดจากโรงงานมิให้เดือดร้อนหรืออาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพอนามัยของผู้ที่อยู่อาศัยใกล้เคียง

4) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 15 พ.ศ.2540 เรื่องมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

5) ระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบล เอ ตรวจวัดในบริเวณ ที่มีคนอยู่หรืออาศัยอยู่

6) ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (Leq 24 hr.) ไม่เกิน 70 เดซิเบล เอ ตรวจวัดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

2.4.5 มาตรฐานระดับเสียงภายในสถานประกอบการสามารถจำแนกได้ 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

2.4.5.1 มาตรฐานระดับเสียงทั่วไป

2.4.5.2 มาตรฐานระดับเสียงในสถานประกอบการ

2.4.5.3 มาตรฐานเสียงจากแหล่งกำเนิด

ซึ่งจากการวิเคราะห์ภาพรวมของมาตรฐานระดับเสียงภายในสถานประกอบการในครั้งนี้ ได้พิจารณาข้อมูลจากหน่วยงานของกระทรวงมหาดไทย กรุงเทพมหานคร และกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งสรุปรายละเอียดของค่ามาตรฐานระดับเสียงภายในสถานประกอบการได้ตามตารางนี้

ตารางที่ 2-1 สรุปมาตรฐานระดับเสียงภายในสถานประกอบการของประเทศไทย

หน่วยงาน	**ระยะเวลาสัมผัสเสียง**	**ระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกัน**
กระทรวงมหาดไทย	- ไม่เกิน 7 ชั่วโมงต่อวัน - 7-8 ชั่วโมงต่อวัน - เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน - ห้ามทำงานในที่ที่มีระดับเสียงเกินกว่า 140 dB (A)	- ไม่เกิน 91 dB (A) - ไม่เกิน 90 dB (A) - ไม่เกิน 80 dB (A)
กรุงเทพมหานคร		- ไม่เกิน 90 dB (A)
กระทรวงอุตสาหกรรม	- บริเวณที่ทำงานที่มีเสียงดังเกินกว่า 80 dB (A) หรือเสียงดังอันอาจเป็นอันตรายต่อแก้วหูให้อุดหูด้วยที่อุดหูที่มีประสิทธิภาพ	

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2541 (อ้างใน กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข , 2543)

2.4.6 แหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียง

เสียงที่ดังเกินความจำเป็น จนก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัย มาจากแหล่งต่างๆ มากมาย พอจะสรุปแหล่งที่มาของเสียงได้ดังนี้ คือ

2.4.6.1 จากการคมนาคม มีการใช้รถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง รถยนต์ รถบรรทุก และเครื่องบินเพิ่มมากขึ้นทุกๆวัน ทำให้ระดับเสียงเพิ่มมากขึ้น อาจจำแนกให้เห็นได้ดังนี้

รถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง	มีระดับเสียง	95	เดซิเบล เอ
รถยนต์	มีระดับเสียง	60-65	เดซิเบล เอ
รถบรรทุก	มีระดับเสียง	95-120	เดซิเบล เอ
รถไฟวิ่งห่าง 100 ฟุต	มีระดับเสียง	60	เดซิเบล เอ
เครื่องบิน	มีระดับเสียง	100-140	เดซิเบล เอ

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม (2540) ได้กำหนดค่าระดับเสียงในย่านที่อยู่อาศัยในเวลากลางวันและกลางคืนไว้ไม่เกิน 60 เดซิเบล เอ จนถึง 120 เดซิเบล เอ ตามลำดับ สำหรับค่าระดับเสียงที่ประกาศโดยพนักงานงานจราจรทั่วราชอาณาจักร อันเกิดจากเครื่องยนต์หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของรถยนต์ จักรยานยนต์ในสภาพปกติไม่เกิน 95 เดซิเบล เอ เมื่อวัดระดับเสียงด้วยเครื่องวัดเสียงในระยะห่าง 7.5 เมตร โดยรอบรถ

2.4.6.2 จากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นเสียงที่เกิดจากเครื่องจักรขนาดต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดระดับเสียงแตกต่างกันไปตั้งแต่ 60 เดซิเบล เอ จนถึง 120 เดซิเบล เอ แล้วแต่ขนาดแรงม้าของเครื่องจักร

2.4.6.3 จากครัวเรือน เป็นเสียงที่เกิดจากเครื่องมือ เครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น โทรทัศน์ วิทยุ ทำให้เกิดระดับเสียงประมาณ 60-70 เดซิเบล เอ

2.4.6.4 เสียงรบกวนที่เกิดจากสาเหตุอื่นๆ ได้แก่ การโฆษณา ฟ้าร้อง วิวาทต่าง ๆ

2.5 การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

2.5.1 ความหมายและนิยาม

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยว (Crop residues) หมายความถึงส่วนต่างๆของพืช ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ถูกเก็บเกี่ยวหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้อีกต่อไป ซึ่งอาจพบกระจัดกระจายทั้งใน ไร่นา สวน และป่า เช่นลำต้นข้าว เหง้ามันสำปะหลัง รวมทั้งบางส่วนซึ่งเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการแปรรูปแล้วในโรงงาน เช่น ขี้เลื่อยจากโรงเลื่อย แกลบจากโรงสี เป็นต้น

ซึ่งในการนำการประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลจะได้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพ คือ

2.5.1.1 คาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) คือ มวลของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงหลังจากที่เอาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

2.5.1.2 สารที่ระเหยได้ (Volatile matters) คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอบแห้งที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

2.5.1.3 ปริมาณเถ้า (Ash Content) คือ ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ เป็นต้น

2.5.1.4 ความชื้น (Moisture Content) คือ ปริมาณความชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงลดลง

2.5.1.5 กำมะถันรวม (Total Sulfur)

2.5.1.6 ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value) คือ ค่าความร้อนของการสันดาปจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิง

2.5.2 คุณสมบัติของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

เนื่องจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นเศษวัสดุจากพืช โดยพืชสะสมพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปสารประกอบของคาร์บอน พลังงานเบื้องต้นที่สะสมไว้ในพืชจะถูกนำไปใช้และสูญเสียในกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งการหายใจด้วย จากนั้น พลังงานที่พืชสะสมไว้จะถูกถ่ายทอดไปสู่สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivore) พลังงานที่สะสมอยู่ในสัตว์พวกนี้ก็จะถูกนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต และสูญเสียไปในกิจกรรมต่างๆ และการหายใจ และที่เหลือก็จะถูกถ่ายทอดไปสู่พวกสัตว์กินสัตว์ (carnivore) จนไปถึงพวกมนุษย์ (top carnivore) ซึ่งถือว่าเป็นลำดับสุดท้ายของโซ่อาหาร (food chain) ในขณะเดียวกันเมื่อผู้ผลิตและผู้บริโภคนั้นตายไป พลังงานต่างๆ ที่สะสมอยู่ก็จะถูกถ่ายทอดไปสู่ผู้ย่อยสลาย (decomposer) ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของการถ่ายทอดพลังงาน บางส่วนก็จะสูญเสียไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในทุกระดับของโซ่อาหารนั้นมีสิ่งมีชีวิตจะใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต สูญเสียไปเพื่อการหายใจและกลายไปเป็นความร้อน (heat) ซากพืชและสัตว์ที่ทับทมกันภายใต้เปลือกโลกได้รับอุณหภูมิความชื้น ความกดดันของโลก และระยะเวลานานเป็นล้านๆ ปี สิ่งที่ทับทมก็จะกลายเป็นถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดสิ้นไป ยากที่จะสร้างทดแทนได้ทัน ดังนั้นการนำพืชซึ่งเป็นแหล่งสะสมพลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับแรกมาใช้โดยตรงจึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่จะถ่ายทอดจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุดและเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถสร้างทดแทนขึ้นมาได้ใหม่ในเวลาไม่นานมากนัก ซึ่งมนุษย์รู้จักใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้วในรูปของไม้ฟืน ไม้ฟืนที่ได้รับการขนานนามว่าเป็นไม้ฟืนที่ดีที่สุดในโลกได้แก่ พวกไม้สนทะเล เนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว เนื้อแข็ง ติดไฟดี ให้ค่าความร้อนสูงถึงประมาณ 4,950 กิโลแคลอรี / กิโลกรัม ไม้โตเร็วที่จัดว่าเป็นไม้ฟืนที่ดีอีกชนิดหนึ่งคือ พวกกระถินณรงค์ให้ค่าความร้อน 4, 800 – 4,900 กิโลแคลอรี / กิโลกรัม ซึ่งในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืชพบว่าประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตและลิกนิน ส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรตแบ่งเป็นเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส

เซลลูโลส ร้อยละ	33.8 - 48.7
เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ	23.2 - 37.7
ลิกนิน ร้อยละ	19.1- 30.3
สารแทรก ร้อยละ	1.1- 9.6
ขี้เถ้า ร้อยละ	0.1- 1.3

องค์ประกอบเบื้องต้นคือ คาร์บอนร้อยละ 50 – 55 ออกซิเจนร้อยละ 40 – 45 ไฮโดรเจนร้อยละ 6 – 7 ไนโตรเจนและขี้เถ้าจำนวนน้อยประมาณร้อยละ 1 ธาตุที่ให้ความร้อน คือ คาร์บอนและไฮโดรเจน เมื่อธาตุทั้งสองชนิดเกิดการสันดาปจะให้ค่าความร้อนออกมา

2.5.3 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงจะมีปริมาณคาร์บอนเสถียรเป็นองค์ประกอบอยู่สูงแต่มีสารที่ระเหยได้และมีปริมาณเถ้าอยู่ต่ำ เชื้อเพลิงที่มีปริมาณความชื้นสูงจะมีผลทำให้ค่าความร้อนต่ำ และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงก็เป็นตัวชี้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดีแต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุด ไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่จะต้องมีคุณสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ที่ดีด้วย

การประเมินคุณภาพสามารถทำได้โดยใช้ มาตรฐานของ ASTM (American Association of Testing and Material) ดังนี้

2.5.3.1 การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว (คาร์บอนเสถียร) ใช้วิธีการคำนวณด้วยสูตร

ปริมาณคาร์บอนคงตัว = 100 – ร้อยละของความชื้น – ร้อยละของสารระเหย – ร้อยละของเถ้า

2.5.3.2 การหาปริมาณสารระเหย (Volatile matters) หาได้โดยการเผาตัวอย่างในสภาวะขาดออกซิเจนด้วยการใส่ตัวอย่างในครูซิเบิลพร้อมทั้งปิดฝาแล้วค่อยๆ หย่อนลงไปในเตารูปทรงกระบอก เพื่อไล่สารระเหยออกไปที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ กันจนถึงที่ระดับอุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส จะกลายเป็นถ่านสีดำ แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณสารระเหยระหว่างสองตัวอย่างที่ทำซ้ำ โดยคำนวณจากสูตร

ปริมาณสารระเหย (ร้อยละ) = $(B - C) / B \times 100$

B = น้ำหนักอบแห้งของเชื้อเพลิง

C = น้ำหนักของตัวอย่างเชื้อเพลิงหลังจากอบที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส

2.5.3.3 การหาปริมาณเถ้า (Ash) หาได้โดยการนำตัวอย่างเชื้อเพลิงจำนวน 1 กรัม บรรจุในครูซิเบิลใส่เข้าไปในเตาเผาที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำครูซิเบิลออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในเดสสิเคเตอร์ 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักครูซิเบิลแล้วนำไปเผาซ้ำที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสอีกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยน้ำหนักลดลงไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม จึงจะถือว่าใช้ได้ การหาปริมาณเถ้าระหว่างสองตัวอย่างที่ทำซ้ำกัน โดยคำนวณด้วยสูตร

ปริมาณเถ้า (ร้อยละ) = $D / B \times 100$

B = น้ำหนักอบแห้งของเชื้อเพลิง

D = น้ำหนักของตัวอย่างเชื้อเพลิงที่เหลือหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส

2.5.3.4 การหาค่าความชื้น (Moisture Content) หาได้โดยการนำครูซิเบิลเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์ 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักครูซิเบิล เผาครูซิเบิลซ้ำอีกจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่หรือลดน้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัม แล้วใส่ตัวอย่างเชื้อเพลิงที่เตรียมไว้ลงในครูซิเบิลประมาณ 1บวกลบ 0.005 กรัม นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝาครูซิเบิลที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำครูซิเบิลออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิเคเตอร์ 1 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนักแล้วนำไปอบซ้ำอีกจนกระทั่งน้ำหนักลดลงน้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัม คำนวณหาปริมาณความชื้นของตัวอย่างของเชื้อเพลิงระหว่างสองตัวอย่างที่ทำซ้ำโดยคำนวณด้วยสูตร

ปริมาณความชื้น (%) = $(A - B) / B \times 100$

A = น้ำหนักตัวอย่างทดลองก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักตัวอย่างทดลองหลังอบ (กรัม)

2.5.3.5 การหาค่าปริมาณกำมะถัน (Sulphur content) ใช้วิธีการนำน้ำล้าง บอมบ์แคลอรีมิเตอร์มาไตเตรตด้วย สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต ใช้เมทิลออเรนจ์ เป็นอินดิเคเตอร์ แล้วนำตะกอนไปชั่งหาค่าตะกอน คำนวณหาร้อยละกำมะถัน

2.5.3.6 การหาค่าความร้อน (Heating Value) หาได้โดยนำตัวอย่างของสารเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในตัวบอมบ์ (Bomb) ที่มีออกซิเจนอยู่ปริมาณเกินพอ ความร้อนจากการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเป็นผลให้อุณหภูมิแจคเก็ต (Jacket) สูงขึ้น และสามารถคำนวณความร้อนที่เกิดขึ้นได้ และทำการหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดซ้ำกัน 3 ครั้ง เมื่อเครื่องมือที่ใช้คือ Isothermal Jacket Bomb Calorimeter ถังออกซิเจน ลวด ถ้วย และเครื่องอัดเม็ดส่วนวิธีการ คือ อัดตัวอย่างเป็นเม็ดโดยอัดให้มีน้ำหนักประมาณ 0.9 – 1.0 กรัม ชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดของตัวอย่าง ตัวอย่างที่อัดได้ใส่ในถ้วยโลหะ ผูกลวดเผาไหม้ 10 cm. ไว้กับเครื่องมือให้แน่น โดยให้ส่วนล่างของเส้นลวดแตะกับตัวอย่างเม็ด อัดออกซิเจนในบอมบ์ให้มีความดันประมาณ 28 – 30 บรรยากาศ ใส่น้ำลงในแจคเก็ตประมาณ 2,000 มิลลิลิตร นำบอมบ์ใส่ลงในแจคเก็ตแล้วปิดฝาแล้วเปิดเครื่องกวน บันทึกอุณหภูมิของแจคเก็ตทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิคงที่ (ประมาณ 5 นาที) กดปุ่มอิกไนต์ จับเวลาและบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที จรกระทั่งอุณหภูมิคงที่ จากนั้นนำบอมบ์ออกมาปล่อยออกซิเจนให้หมดและล้างภายในบอมบ์ด้วยน้ำกลั่นที่ใส่เมทิลออเรนจ์ (Methyl orange) จนหมดกรดแล้วนำน้ำล้างนี้ไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต Na_2co_3 และวัดส่วนของลวดที่เหลือที่ไม่เผาไหม้ สำหรับการคำนวณ

Hg = (tw – e1 – e2 – e3) / m

Hg = Gross Heat of Combustion (องศาเซลเซียส)

T = ความแตกต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและสุดท้าย (องศาเซลเซียส)

W = พลังงานคงที่ของเครื่องแคลอรีมิเตอร์ ซึ่งหาได้ทำนองเดียวกันกับค่าปรอท (Hg) เพียงแต่ใช้กรดเบนโซอิกแทน

e 1 = Correction in calories for Heat of Formation Nitric Acid (ให้ค่า = 0)

e 2 = Correction in calories for Heat of Formation Sulfuric Acid

= 14 × (ร้อยละของซัลเฟอร์รวม) × น้ำหนักตัวอย่างที่อัดเป็นเม็ด

e 3 = Correction in calories for Heat of Combustion of Fuse Wire

= 2.3 × ความยาวของลวดเผาไหม้ที่ใช้ไป (กรัม)

m = น้ำหนักของตัวอย่างที่อัดเป็นเม็ด (กรัม)

2.5.4 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่ได้จากการนำเข้าเชื้อเพลิง ซึ่งประกอบไปด้วย น้ำมันดิบ น้ำมันสำเร็จรูป และไฟฟ้ามูลค่าถึง 121,412 ล้านบาท แม้ว่าทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยจะประสบปัญหาทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะส่งผลให้ชะลอการพัฒนาพลังงานก็ตาม แต่พลังงานก็เป็นปัจจัยพื้นฐานของการพัฒนาประเทศ การพัฒนาพลังงานโดยเฉพาะสาขาพลังงานทดแทนจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยลดความต้องการเชื้อเพลิงพาณิชย์ และลดการขาดดุลของประเทศอันเนื่องมาจากการนำเข้าเชื้อเพลิงพาณิชย์จากต่างประเทศ นอกจากนี้การใช้พลังงานทดแทนยังมีส่วนส่งเสริมการลดก๊าซเรือนกระจก และช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโลก รวมทั้งประเทศไทยมีวัตถุดิบสำหรับพลังงานจากชีวมวลมาก เนื่องจากเป็นประเทศที่มีการเกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปมากมายที่สามารถนำชีวมวลที่เหลือใช้จำนวนมากในแต่ละปีมาเป็นพลังงาน เช่น ต้นอ้อย ต้นและซังข้าวโพด ชานอ้อย แกลบ ถ่านไม้ ฟางข้าว กากถั่วเหลือง ลำต้นและเหง้ามันสำปะหลัง แต่พลังงานจากชีวมวลยังมีการใช้ประโยชน์น้อยเพียงร้อยละ 0.6 ของกำลังการผลิตไฟฟ้า เมื่อเทียบกับพลังงานประเภทอื่นๆ ทั้งๆ ที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการพัฒนาอยู่อีกมาก

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศเกษตรกรรมประเทศหนึ่ง อันเนื่องมาจากว่าประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรรม อาทิเช่น การเพาะปลูก การทำประมง และการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งผลจากการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะการเพาะปลูกพืชนั้น ก่อให้เกิดสิ่งเหลือทิ้งเหลือใช้ที่กลายสภาพไปเป็นขยะมูลฝอย แล้วทำให้เกิดปัญหาขยะตกค้างไม่สามารถกำจัดได้หมดตามมาอีกด้วย ยังมีวัชพืชต่างๆ ที่ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งสิ่งเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมนั้น บางสิ่งบางอย่างยังสามารถนำมาแปรสภาพหรือนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ อีกทั้งประเทศไทยจะประสบปัญหาทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะส่งผลให้ชะลอการพัฒนาพลังงานด้านต่างๆ แต่พลังงานก็เป็นปัจจัยพื้นฐานของการพัฒนาประเทศ การพัฒนาพลังงานโดยเฉพาะสาขาพลังงานทดแทนจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยลดความต้องการเชื้อเพลิงพาณิชย์ และลดการขาดดุลของประเทศอันเนื่องมาจากการนำเข้าเชื้อเพลิงพาณิชย์จากต่างประเทศ นอกจากนี้การใช้พลังงานทดแทนยังมีส่วนส่งเสริมการลดก๊าซเรือนกระจก และช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโลก รวมทั้งประเทศไทยมีวัตถุดิบสำหรับผลิตพลังงานจากชีวมวลมาก เนื่องจากเป็นประเทศที่มีการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมแปรรูปมากมาย ซึ่งสามารถนำสิ่งที่เหลือใช้จำนวนมากในแต่ละปีมาเป็นพลังงานได้ เช่น กากอ้อย ซังข้าวโพด ฟางข้าว ลำต้นมันสำปะหลัง และเหง้ามันสำปะหลัง ไมยราบยักษ์ เป็นต้น

การผลิตเชื้อเพลิงจากสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตร นอกจากเป็นการช่วยลดปริมาณการนำเข้าพลังงาน ยังช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในขบวนการเผาไหม้ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดฝนกรด ยังช่วยลดปัญหาขยะมูลฝอยตกค้าง เป็นการส่งเสริมให้มีการนำของเหลือใช้มาก่อให้เกิดประโยชน์ สร้างโอกาสในการทำงาน สร้างรายได้เสริมให้กับเกษตรกร และเป็นการกระจายรายได้สู่ชนบท และลดปัญหาการสูญเสียทรัพยากรป่าไม้เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่าอีกด้วย

2.6 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในอาคารทั่วไปจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างในปริมาณที่สูงมาก ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น กิจกรรมต่างๆ ในอาคารลักษณะการออกแบบอาคาร เป็นต้น ระบบไฟฟ้าแสงสว่างต้องได้รับการออกแบบและติดตั้งเพื่อให้การประกอบกิจกรรมต่างๆ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้สภาพแวดล้อมทั่วๆไปของการมองเห็นมีความปลอดภัยและน่ารื่นรมย์ การพิจารณาถึงชนิดของงานที่กระทำและพื้นที่ทำงาน ได้สรุปวิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งเป็น 3 วิธี คือ (บุตรบำรุง,2541)

2.6.1 การให้แสงสว่างแบบมีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ (General lighting)

การให้แสงสว่างจากโคมไฟแสงสว่างที่ติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอ ตลอดพื้นที่เพดาน ข้อดี สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้โดยไม่ต้องทราบตำแหน่งทำงานที่แน่นอน และสามารถย้ายตำแหน่งทำงานภายหลังได้ ข้อเสียคือ ต้องใช้โคมไฟจำนวนมากเสียค่าใช้จ่ายต่างๆ สูงและไม่ประหยัดพลังงาน

2.6.2 การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ (Localized general lighting)

การให้แสงวิธีนี้จะประหยัดกว่าวิธีแรก โดยรวมพื้นที่ทำงานเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มอาจจะต้องการระดับความสว่างเท่ากัน หรือไม่เท่ากันก็ได้แต่ประเภทของงานหรือกิจกรรมในกลุ่มพื้นที่ทำงานจะมีระบบไฟฟ้าแสงสว่างแยกกันอย่างอิสระ ทำให้สามารถควบคุมการเปิด – ปิด ใช้งานแยกกันได้ ข้อเสียคือ หลังจากติดตั้งระบบใช้งานไปแล้วจะย้ายตำแหน่งพื้นที่ทำงานไม่ได้ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีกระบวนการผลิตที่ติดตั้งตายตัว ไม่ค่อยย้ายตำแหน่งอยู่แล้วเพื่อให้การใช้พื้นที่และการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ พื้นที่ที่เหลือของโรงงานหรือห้องทำงานต้องได้รับการให้แสงสว่างได้แก่ การให้แสงสว่างในสายการผลิตในโรงงาน (production lines)

2.6.3 การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง (local lighting)

เป็นการให้แสงสว่างเสริมใช้สำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูง หรืองานตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องการให้แสงสว่างด้วยวิธีพิเศษโดยติดตั้งโคมไฟที่ตำแหน่งใกล้ผู้ทำงานหรือชิ้นงาน และให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการเท่านั้น วิธีนี้แนะนำให้ใช้กับงานเหล่านี้คือ

2.6.3.1 งานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น งานประกอบอุปกรณ์ ที่มีการประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็กมากๆ เช่น ประกอบนาฬิกา เป็นต้น

2.6.3.2 งานเกี่ยวกับการตรวจสอบรูปร่าง และลวดลายของวัสดุที่ต้องการแสดงในทิศทางที่กำหนดเท่านั้น เช่น การตรวจสอบลวดลายของสิ่งทอ เป็นต้น

2.6.3.3 งานที่อยู่ในตำแหน่ง ที่แสงสว่างจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างธรรมดาเข้าไม่ถึงเพราะมีอยู่ในซอกหรือโดยสิ่งอื่นบัง เป็นต้น

2.6.3.4 เมื่อต้องการความสว่างสูง เพื่อให้บุคคลที่มีอายุมากหรือบุคคลที่มีสายตาผิดปกติทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.3.5 เมื่อต้องการลดผลของแสงกระเพื่อม (Stroboscopic effect) จากระบบแสงสว่างที่ใช้หลอดก๊าซดีสชาร์ต โดยใช้หลอดอินแคนเดสเซอร์ให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง

2.6.3.6 เมื่อต้องการให้แสงสว่างในพื้นที่ใดๆ เราต้องทราบลักษณะของกิจกรรมในพื้นที่นั้นๆ เสียก่อนจึงเลือกระดับความสว่างที่เหมาะสมตามมาตรฐาน

การส่องสว่างต่างๆ ได้แสดงรายละเอียดของความสว่างของงานประเภทต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกอาคารไว้ในการเลือกระดับความสว่างที่เหมาะสมดังตารางที่ 2-2

2.6.4 อุปกรณ์ให้แสงสว่าง

หลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ (บุตรบำรุง ,2541)

1) หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent)

เป็นหลอดที่ให้ประสิทธิภาพแสงต่ำมาก ประมาณ 90%-95 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนในหลอดจะถูกเปลี่ยนไปเป็นความร้อน อย่างไรก็ตามความนิยมในการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ก็ยังมีอยู่ไม่น้อย เนื่องจากมีราคาถูก ให้ความถูกต้องของสีสูง ติดตั้งใช้งานได้ง่าย ให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิดใช้งาน หรี่แสงได้ง่ายและควบคุมลำแสงได้ง่ายเนื่องจากมีขนาดกะทัดรัด

2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent)

หลอดชนิดนี้ได้ผลิตขึ้นมาใช้งานแทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ เนื่องจากมีข้อดีกว่าคือ มีประสิทธิภาพแสงสูงกว่าและมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า หลอดอินแคนเดสเซนต์ จะมีอายุประมาณ 750 -1,000 ชั่วโมง แต่หลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีอายุประมาณ 6,000 ถึงมากกว่า 20,000 ชั่วโมง ขึ้นกับชนิดของหลอด ในปัจจุบันหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้รับการพัฒนาจนสามารถผลิตหลอดที่มีกำลังวัตต์ต่ำๆ ได้เช่น หลอดขนาด 5,7,9,10,11,12,13,18,24,25 วัตต์ ซึ่งเป็นหลอดที่มีรูปร่างเล็กกะทัดรัด ใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ ได้โดยไม่มีปัญหาเรื่องหลอดยาวเกะกะอีกต่อไป

3) หลอดไอปรอทความดันสูง หรือ หลอดแสงจันทร์

เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงต่ำกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์เล็กน้อย แต่มีอายุใช้งานยาวนานกว่า โดยมีอายุงานมากกว่า 24,000 ชั่วโมง มีขนาดให้เลือกใช้งานตั้งแต่ 40 วัตต์ ถึง 1,000 วัตต์ แต่หลอดชนิดนี้มีข้อเสีย คือ ปริมาณแสงจะลดลงตามระยะเวลาใช้งานมากและคุณภาพทางสีของแสงไม่ค่อยดี

4) หลอดเมตัลฮาไลด์ (Metal Halide)

มีประสิทธิภาพสูง และเป็นหลอดที่มีคุณสมบัติทางสีของแสงดีมาก จึงสามารถนำไปใช้ให้แสงสว่างในงานต่างๆ ได้มากมาย เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรม อาคารพาณิชย์ ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ตลอดจนการให้แสงสว่างในสนามกีฬาที่ต้องการคุณภาพทางด้านสี เช่า ในรายการที่ต้องมีการถ่ายทอดโทรทัศน์ ขีดจำกัดของหลอดชนิดนี้อยู่ที่ระยะเวลาอุ่นหลอด และระยะเวลาที่ต้องรอคอย เมื่อเปิดหลอดใช้งานใหม่ทันทีอีกครั้งหลังปิดใช้งานเท่านั้น และยังไม่มีหลอดที่มีขนาดวัตต์ต่ำ ๆ ให้เลือกใช้งาน ในปัจจุบันมีให้เลือกใช้งานตั้งแต่ขนาด 175 ถึง 1,500 วัตต์ มีอายุใช้งานประมาณ 7,500 -20,000 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดของหลอด

ตารางที่ 2-2 ระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งานต่างๆ

สถานที่	**ค่าความส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)**
อาคารทั่วไป	
พื้นที่ที่ระบายอากาศ, ระเบียง	100
บันได, ลิฟต์	150
ห้องปั๊มบัตรเวลา, ห้องน้ำ	150
ห้องเก็บของ, ห้องเก็บสินค้า	150
สำนักงาน	
สำนักงานทั่วไป , งานพิมพ์, ห้องคอมพิวเตอร์	500
ห้องประชุมย่อยเพื่อวางแผน	750
ห้องเขียนแบบ	750
ห้องประชุมใหญ่	500
ร้าน, ห้องเก็บของ, ห้องนิทรรศการ	
ร้านขายของชำ	300
ร้านบริการด้วยตนเอง	500
ร้านซุปเปอร์มาเก็ต	750
ห้องโชว์	500
โรงเรียน	
ห้องเรียน, ห้องบรรยายรวม	300
ห้องปฏิบัติการ, ห้องสมุด, ห้องงานหนังสือ	500
ห้องศิลปะ	
พิพิธภัณฑ์และห้องแสดงภาพ	
นิทรรศการภาพที่ต้องการความละเอียดอ่อน	300
นิทรรศการภาพที่ไม่ต้องการความละเอียดอ่อน	150
อาคารสาธารณะ	
โรงฉายภาพยนตร์	50
ห้องโถงใหญ่	150

ตารางที่ 2-2 (ต่อ) ระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งานต่างๆ

สถานที่	**ค่าความส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)**
โรงฉายภาพยนตร์และห้องแสดงคอนเสิร์ต	
ห้องมหรสพ	100
ห้องโถงใหญ่	200
อาคารสัมมนา	
โบสถ์	100
ห้องขับร้องทางศาสนา	150
โรงแรม	
ห้องโถงโรงแรม	300
ห้องอาหาร	200
ห้องน้ำ	
ทั่วไป	100
โกนหนวดแต่งหน้า	500
ห้องนั่งเล่น	
ทั่วไป	100
ห้องอ่านหนังสือ, เย็บจักร	500
เฉพาะจุดใช้งาน	300
บ้าน	
ห้องนอน (ทั่วไป)	50
ห้องนอน (หัวเตียง)	200
บันได	100
ห้องครัวทั่วไป	300
ห้องเตรียมอาหาร	500
ห้องทำงาน	300
ห้องเด็กอ่อน	150

ที่มา : ดุจฤดี, 2542

5) หลอดโซเดียมความดันต่ำ

เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงสูงที่สุด แต่สามารถนำไปใช้งานได้ในวงจำกัด เพราะเป็นหลอดที่ให้แสงแบบความยาวคลื่นเดี่ยว (Monochromatic Light) ที่ความยาวคลื่น 589 และ 589.6 นาโนเมตร ทำให้สีของวัตถุเพี้ยนไปอย่างมาก มีขนาดให้เลือกตั้งแต่ 18-180 วัตต์ เหมาะกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อรักษาความปลอดภัยและไฟถนนในชนบทเท่านั้น มีอายุใช้งานประมาณ 18,000 ชั่วโมง

6) หลอดโซเดียมความดันสูง

เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงสูงมาก แต่มีข้อเสียคือ คุณภาพทางสีของแสงไม่ค่อยดี มีสีของแสงเป็นสีขาวออกสีเหลืองทอง มีขนาดให้เลือกใช้งานตั้งแต่ขนาด 35-1,000 วัตต์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการผลิตหลอดชนิดนี้ที่ได้ปรับปรุงคุณภาพทางด้านสีของแสงให้ดีขึ้นออกมาจำหน่ายในท้องตลาดแล้ว แต่หลอดชนิดนี้จะมีอายุการใช้งานและประสิทธิภาพแสงต่ำกว่าหลอดโซเดียมความดันสูงธรรมดา หลอดชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของไฟถนนและทางด่วน ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องสีมากนัก พื้นที่ภายนอกอาคาร เช่น ที่จอดรถ พื้นที่เก็บของ สนามกีฬา และสถานที่พักผ่อน ไฟแสงสว่างบนสะพานในอุโมงค์ และระบบโทรทัศน์วงจรปิด นอกจากนี้ถ้าใช้งานร่วมกับหลอดเมตัลฮาไลด์ ในพื้นที่เดียวกัน ก็จะทำให้ได้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง และมีคุณสมบัติทางสีขิงแสงพอสมควรด้วย หลอดโซเดียมความดันสูงจะมีอายุงานนานกว่า 24,000 ชั่วโมง

2.7 การประเมินความเสี่ยงภัยจากโครงการอุตสาหกรรม

2.7.1 คำศัพท์และนิยาม

2.7.1.1 สภาพการคงตัวของบรรยากาศ (Stability Class) เป็นปัจจัยที่สำคัญมากสำหรับการศึกษาการกระจายตัวของสารพิษที่กระจายออกสู่บรรยายกาศ ซึ่งถ้าหากสภาพการคงตัวของบรรยากาศค่อนข้างเสถียร(Stable) จะทำให้การฟุ้งกระจายตัวของสารเคมีพิษเป็นไปได้ยาก การเจือจางในบรรยากาศน้อย ความเป็นพิษจึงสามารถแพร่กระจายออกไปไกลและมากกว่ากรณีที่มีการฟุ้งกระจายของสารในบรรยายกาศที่ดี การจัดสภาพการคงตัวของบรรยากาศโดยทั่ว ๆ ไปนั้น มีหลายลักษณะด้วยกัน แต่ที่นิยมค่อนข้างมาก ได้แก่การจัดตามแบบ Pasqiull Gifford ซึ่งแบ่งสภาพการคงตัวของบรรยากาศออกเป็น 6 ระดับด้วยกัน ได้แก่

- Class A เป็นสภาพบรรยากาศที่คงตัวน้อย มีการแพร่กระจายของสารมลพิษได้ค่อนข้างดีมาก
- Class B เป็นสภาพบรรยากาศที่ค่อนข้างคงตัวน้อย มีการแพร่กระจายของมลพิษได้ดี
- Class C เป็นสภาพบรรยากาศที่ค่อนข้างคงตัวเล็กน้อย มีการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษได้ค่อนข้างดี
- Class D เป็นสภาพบรรยากาศคงตัวแบบปานกลาง
- Class E เป็นสภาพบรรยากาศที่ค่อนข้างคงตัว มีการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษไม่มาก
- Class F เป็นสภาพบรรยากาศที่ค่อนข้างคงตัวมาก มีการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษได้น้อยมาก

2.7.1.2. Pool Fire / Tank Fire

เป็นไฟที่เกิดขึ้นได้กับถังเก็บกักหรือสารติดไฟรั่วไหลแล้วแผ่กระจายไปตามพื้น ลักษณะของไฟจะแผ่เป็นวงกว้างขึ้นกับขาดของพื้นที่หน้าตัดของผิวของสารติดไฟ

2.7.1.3 Jet Fire

เกิดจากการติดไฟของสารเคมีที่เก็บไว้ภายใต้ความดันสูงแล้วรั่วไหลพุ่งกระจายสู่บรรยากาศความรุนแรงจะขึ้นกับปริมาณและแรงดันที่มีอยู่ของสาร ซึ่งจะทำให้ขนาดของ Jet Fire กว้างและยาวได้มากขึ้น

2.7.1.4 การแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation)

ระดับอันตรายจากการแผ่รังสีความร้อน โดยทั่วไปแล้วจะมีอันตรายน้อยกว่าอันตรายจากการระเบิดหรือสารเคมีรั่วไหล ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อระดับความรุนแรงนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณสาร พลังงานที่ปลอดปล่อย ระยะเวลาในการสัมผัสและปริมาณความร้อนที่สัมผัส

2.7.1.5 ความเป็นพิษ (Toxicity)

ความเป็นพิษของสารเคมีพิษ โดยทั่วไปแล้วในการประเมินอันตรายร้ายแรงจะพิจารณาความเป็นพิษของสารที่ร่างกายได้รับโดยผ่านทางระบบหายใจ ดังนั้น ลักษณะของสารที่รั่วไหลจะต้องออกมาในรูปของก๊าซหรือไอสาร แล้วกระจายออกสู่บรรยากาศระดับความเป็นพิษจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารพิษนั้น ๆ ว่าจะมีอันตรายมากหรือน้อย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะใช้ค่าความเข้มข้นที่ IDLH(Immediately Dangerous to Life and Health) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อหาระยะทางที่ปลอดภัยหรืออาจพิจารณาให้ปลอดภัยขึ้นอีก

2.7.1.6 อัตราการรั่วไหลของสาร (Releases Rate)

อัตราการรั่วไหลของสารจากกระบวนการผลิตหรือการเก็บกัก โดยทั่วไปจะพิจารณาเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การรั่วออกของสารที่เป็นของเหลว (Liquid phase) ก๊าซ (Gas phase) หรือพร้อมกันทั้งสองอย่าง (Two phase) ซึ่งอัตราการรั่วไหลของสารออกสู่ภายนอกนั้น จะขึ้นกับปัจจัยหลายประการ แต่ที่สำคัญ ๆ ได้แก่ ความดัน ขนาดของรอยรั่ว และสภาวะของสาร ดังนั้น ในการประเมินอัตราการรั่วไหลของสารในกรณีต่าง ๆ จะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตหรือการเก็บกัก

2.7.1.7 อัตราการระเหยของสาร (Vaporization Rate)

สารที่รั่วไหลออกจากกระบวนการผลิตหรือการเก็บกักหากอยู่ในรูปของเหลวแล้ว สามารถที่จะฟุ้งกระจายออกสู่บรรยากาศได้ด้วยการระเหย อัตราการระเหยของสารจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความดัน พื้นที่ของการกระจายและความเร็วลม เป็นต้น

2.7.1.8 การประเมินอันตรายร้ายแรง (Major Hazard Assessment)

การประเมินอันตรายร้ายแรงเป็นการคาดการณ์ถึงศักยภาพของอันตรายร้ายแรงในโครงการใดๆ ว่าอาจจะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงในลักษณะที่ประเมินได้โดยสามารถบอกถึงระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ แต่ไม่สามารถที่บอกถึงความถี่หรือโอกาสของการเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ นอกจากนั้นผลของการประเมินยังไม่สามารถจะรับรองได้ว่าเหตุการณ์ที่ประเมินนั้นจะเกิดขึ้นได้จริงตลอดอายุของโครงการนั้น ๆ

2.7.2 ประเภทของความเสี่ยงภัย

ในด้านอุตสาหกรรมเรามักจะกล่าวถึงกรณีเกิดความเสียหายในระดับที่ร้ายแรงส่งผลกระทบต่อตัวอาคารของโรงงานเอง ต่อชุมชน หรือต่อชีวิตของบุคคลทั้งในและนอกโรงงาน ซึ่งเราจัดว่าเป็นอันตรายที่ร้ายแรง (Major Hazard Accidents) โดยส่วนใหญ่จะมีการแบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

2.7.2.1 การเกิดไฟ (Major Fires) ไฟไหม้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ง่ายและบ่อยในกระบวนการผลิต การขนส่ง หรือการเก็บสารของโครงการอุตสาหกรรม ผลกระทบและระดับความรุนแรงอาจเกิดได้หลายแบบ ตามชนิดและลักษณะของการเกิดไฟ ได้แก่

กรณีของเหลวที่ติดไฟ ซึ่งเก็บไว้ภายใต้ความดันหรืออุณหภูมิสูงรั่วไหลแล้วติดไฟทันทีจะทำให้เกิดไฟไหม้ในลักษณะของเปลวไฟหรือลูกไฟ แล้วแต่ลักษณะของการรั่วไหลไฟไหม้เช่นนี้จะก่อให้เกิดผลเสียหายต่อบริเวณข้างเคียง แต่มักจะไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อชุมชนนอกโรงงานที่อยู่ห่างไกลออกไป

กรณีของเหลวที่ติดไฟบรรจุอยู่ภายในถังเก็บ แล้วเกิดความร้อนสูงจากการที่เพลิงไหม้อยู่ก่อนแล้ว จะก่อให้เกิดแรงดันทีทำให้เกิดผลเสียหายต่อถังบรรจุ แล้วสารติดไฟจะไหลพุ่งออกมาในปริมาณมากและเกิดการติดไฟขึ้น ซึ่งเราเรียกลักษณะของเพลิงไหม้ชนิดนี้ว่า BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosions) โดยทั่วไปมักจะทำให้เกิดการลุกไหม้ขนาดใหญ่และรุนแรง ก่อให้เกิดความเสียหายมาก

2.7.2.2 การระเบิด (Explosion) เป็นลักษณะของการเกิดเหตุการณ์เนื่องจากการปลดปล่อยพลังงานอย่างรวดเร็ว แล้วก่อให้เกิดคลื่นที่มีความดันสูงในบรรยายกาศ ซึ่งลักษณะของการระเบิดอาจเกิดได้หลายลักษณะหรือหลายกรณี ได้แก่

การระเบิดซึ่งเกิดซึ่งเกิดจากการแพร่กระจายของไอของสารที่ติดไฟ (Flammable Vapor) ที่อาจรั่วไหลจากกระบวนการผลิต การขนส่งหรือการเก็บกักแล้วออกสู่บรรยากาศในปริมาณมาก เรามักจะรู้จักกันในลักษณะที่เรียกว่า UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion) ซึ่งภายหลังจากมีการรั่วไหลออกมาระยะหนึ่งแล้วจึงมีการติดไฟ (Delayed Ignition) จะทำให้เกิดการระเบิดที่ค่อนข้างรุนแรง

การระเบิดที่เกิดขึ้นในลักษณะ BLEVE จะทำให้เกิดความเสียหายจากผลของแรงดัน และเกิดเพลิงไหม้อีกด้วย

การระเบิดของสารติดไฟในพื้นที่ซึ่งจำกัด เช่น ภายในอาคาร ลักษณะความรุนแรงจะขึ้นกับปริมาณหรือขนาดของการระเบิด

การระเบิดเนื่องจากปฏิกิริยาของกระบวนการผลิตผิดปกติแล้วก่อให้เกิดแรงดันมาก

2.7.2.3 การรั่วไหลของสารเคมีที่เป็นพิษ (Toxic Chemical Release) ความรุนแรงของความเป็นพิษส่วนใหญ่จะเกิดจากการรั่วไหลของสารพิษในรูปของของเหลว เพราะจะทำให้เกิดความเข้มข้นในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันด้วย เช่น ปริมาณของการรั่วไหล ลักษณะของภูมิอากาศในขณะนั้น รวมทั้งระยะทางจากแหล่งกำเนิดที่เกิดจากการรั่วไหลก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยทั่วไปแล้วพิษของสารเคมีที่รั่วไหลออกมาจะมีผลกระทบใน 2 ลักษณะด้วยกันได้แก่ ผลกระทบอย่างเฉียบพลัน (Acute Effect) ซึ่งจะเป็นผลจากการได้รับสารเคมีที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ในช่วงเวลาสั้น ๆ และอีกระยะหนึ่ง ได้แก่ ผลกระทบชนิดเรื้อรัง (Chronic Effect) เกิดจากการได้รับสารพิษในปริมาณน้อยๆ เป็นระยะเวลานาน ๆ สำหรับกรณีของอุบัติเหตุร้ายแรงนั้น

2.7.3 หลักเกณฑ์ในการประเมินอันตรายร้ายแรงของโรงงาน

2.7.3.1 การจำแนกอันตรายจากโรงงาน (Hazard Identification)

โดยที่จำแนกอันตรายมีหลักการพิจารณาที่แตกต่างกันหลายวิธีขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ข้อมูลรายละเอียดของโรงงาน ซึ่งอาจจะใช้จากผลการเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ การศึกษาจากกระบวนการผลิต รวมไปถึงวิธีการใช้การตัดสินใจเพื่อให้สามารถระบุส่วนของโรงงานที่จะมีผลหรือศักยภาพของอันตรายสูง แล้วนำมาพิจารณาเพื่อจัดลำดับความสำคัญของอันตรายว่าในส่วนใดของกระบวนการผลิตจะต้องพิจารณาเป็นพิเศษ ซึ่งในกระบวนการพิจารณานั้นจะต้องประกอบไปด้วยหลักเกณฑ์ที่สำคัญได้แก่

1) องค์ประกอบของอันตราย (Hazard component) ซึ่งจะเป็นดัชนีหนึ่งที่บ่งชี้ได้ว่าการดำเนินการของโรงงานนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับสารที่อยู่ในกระบวนการผลิตหรือไม่ สำหรับกรณีของโรงกลั่นน้ำมันสารที่มีศักยภาพของอันตรายสูงหลายอย่าง ได้แก่ ก๊าซ LPG และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ เป็นต้น

2) ปริมาณของสารที่มีศักยภาพของอันตราย (Quality of Potential Hazard Substances) สารอันตรายส่วนใหญ่ถ้าหากปริมาณน้อยจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบที่ร้ายแรง จึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้น การลดปริมาณของสารอันตรายที่ใช้ให้อยู่ในระดับหนึ่ง เช่น การแยกการเก็บกักในปริมาณน้อยลงและเพิ่มระยะห่างระหว่างถังเก็บกักอาจสามารถลดความรุนแรงของอันตรายได้

3) เหตุชักนำที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงภัย กล่าวคือ ถ้าสารที่มีศักยภาพของความเสี่ยงสูงดังกล่าวข้างต้น มีปรากฏอยู่ในกระบวนการผลิตหรือการเก็บกักภายใต้สภาพบรรยากาศปกติ ก็ย่อมจะมีการเสี่ยงภัยน้อยกว่าในสภาพที่มีความดันและอุณหภูมิสูง

2.7.4 ผลกระทบจากความเสี่ยงภัย

ถ้าหากพิจารณาถึงศักยภาพของอันตรายที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงภัย สำหรับโครงการอุตสาหกรรม จะเห็นได้ว่ามีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยจะมีตั้งแต่เล็กน้อยไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียใด ๆ เลยจนกระทั้งรุนแรงมาก ก่อให้เกิดผลเสียหายหรือผลกระทบอย่างมหาศาลซึ่งกรณีที่กล่าวมานี้ เป็นความเสี่ยงภัยชนิดหลังโดยเมื่อพิจารณาทั้ง ๆ ไป จะพบว่าก่อให้เกิดผลกระทบเป็น 3 ส่วนใหญ่ ได้แก่

2.7.4.1 ผลกระทบที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินทั้งของโรงงานเอง รวมไปถึงทรัพย์สินของชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงด้วย

2.7.4.2 ผลกระทบต่อบุคคล ซึ่งรวมทั้งคนงานและชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงโรงงาน

2.7.4.3 ผลกระทบต่อผลผลิต (Production Losses) สืบเนื่องมาจากความเสียหายของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของโรงงาน ขวัญและกำลังใจของพนักงานหรือการต่อต้านของชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง แล้วยังส่งผลกระทบไปยังผลกำไรของโรงงานอีกด้วย

2.8 ระบบสารสนเทศ (Information System)

2.8.1 รูปแบบของระบบสารสนเทศ (Type of Information System) ระบบสารสนเทศ (Information System) สามารถแบ่งได้เป็น 5 รูปแบบ ดังนี้ คือ

2.8.1.1 ระบบประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง (Transaction Processing System : TPS) เป็นระบบสารสนเทศที่เก่าแก่ที่สุดในองค์กร และระบบที่เป็นหัวใจสำคัญขององค์กรธุรกิจโดยส่วนใหญ่ ระบบนี้จะสนับสนุนการ Monitoring และ Transaction ขององค์กรนั้นๆ พร้อมทั้งการ Generate และ Store ข้อมูลที่เกิดขึ้นจะเกี่ยวกับ Transaction นั้น ๆ ลักษณะทั่วไปของระบบประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง คือ จะมีข้อมูลนำเข้า และข้อมูลนำออกเป็นจำนวนมาก เนื้อที่ในการบันทึกข้อมูลขนาดใหญ่ ขีดความสามารถในการที่จะประมวลผลข้อมูลเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ได้ข้อมูลนำออกตามที่ต้องการ นอกจากนี้การคำนวณและการประมวลผลไม่ซับซ้อน เช่น การบวก ลบ คูณ หรือหาร แต่ข้อจำกัดของระบบประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ เมื่อมีผลกระทบจากการที่ระบบประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลงไม่ทำงานจะมีผลทำให้เกิดผลเสียต่อองค์กร

2.8.1.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS) อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นระบบสารสนเทศที่อยู่เหนือระบบประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง เนื่องจาก MIS นั้นมักจะไม่ค่อยเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการในแต่ละวัน แต่จะเกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรม ที่จะสนับสนุนการปฏิบัติการ โดยทั่วไปแล้ว MIS จะประมวลผลข้อมูลที่เกิดจากการประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลงและในองค์กรที่มาจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่จากการประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างของ MIS

2.8.1.3 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS) เป็นระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computer - based) ช่วยให้ Decision Maker สามารถทำการตัดสินใจได้ดีขึ้น DSS สนับสนุนการตัดสินใจสำหรับปัญหาที่มีรูปแบบเป็นกึ่งโครงสร้าง และไม่เป็นโครงสร้าง DSS จะเป็นระบบเชิงโต้ตอบที่ผนวกข้อมูลเข้ากับรูปแบบจำลองการแก้ปัญหาไว้ในระบบ MIS และ DSS นั้นมีส่วนคล้ายกัน คือ ทั้ง 2 ระบบจะเกี่ยวข้องกับรูปแบบกิจกรรมที่ดำเนินการ แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบกิจกรรมที่ดำเนินการนั้นก็ต้องกัน รูปแบบของ DSS นั้น

ค่อนข้างซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงได้ง่าย บ่อยครั้งที่ผู้ใช้มักจะแก้ไขและเปลี่ยนแปลงรูปแบบของ DSS หรือปรับให้เข้ากับปัญหาที่เปลี่ยนไป

2.8.1.4 ระบบสารสนเทศสำนักงาน (Office Information System : OIS) ระบบสารสนเทศสำนักงาน หรือที่เรียกว่า ระบบสำนักงานอัตโนมัติ (Office Automation) สามารถแบ่งระบบงานประยุกต์ออกได้เป็น 4 รูปแบบหลัก ดังนี้

1) ระบบการจัดการเอกสาร (Document Management System)

2) ระบบการจัดการข้อความ (Massage - Handling System)

3) ระบบการประชุมทางไกล (Teleconferencing System)

4) ระบบสนับสนุนสำนักงาน (Office Support System)

2.8.1.5 ระบบสารสนเทศสำหรับผู้บริหารระดับสูง (Executive Information System : EIS) เป็นระบบสารสนเทศที่สนับสนุนให้กับผู้บริหารระดับสูง โดยระบบจะทำการสรุปและรวบรวมข้อมูลที่สำคัญต่อการบริหาร EIS นั้นมักเป็นระบบสารสนเทศรูปแบบใหม่เพราะสาเหตุเนื่องมาจากมีการใช้คอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลาย ผู้บริหารระดับสูงจึงนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ ทำให้เกิดแนวคิดที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศที่ผสมผสานเอาประสบการณ์ทางการบริหารกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่มีความรวดเร็วและถูกต้องในการประมวลผลเพื่อสนับสนุนการทำงานของผู้บริหารระดับสูง ลักษณะสำคัญของ EIS มักจะง่ายต่อการใช้งาน และส่วนใหญ่มักเป็นภาพกราฟิก ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น

2.8.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS)

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ หมายถึง ระบบรวมระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร สำหรับเตรียมสารสนเทศ เพื่อช่วยสนับสนุนการดำเนินงาน การจัดการบริหาร และการตัดสินใจในองค์กร

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ หมายถึง ระบบประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยจะช่วยสนับสนุนการปฏิบัติการ การบริหารและหน้าที่ในการตัดสินใจขององค์กร

ปัจจุบันถือได้ว่าเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร เทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศ (Information Technology) พัฒนาขึ้นมาอย่างรวดเร็วและมีความสามารถสูงมาก การทำงานขององค์กรต่าง ๆ โดยส่วนมากจะนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทำงาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมารวดเร็วและ แม่นยำ ช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงาน

จากความหมายของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการหลาย ๆ เล่มนั้น สามารถสรุปนิยามได้ว่า "ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ หมายถึง ระบบข่าวสารที่มีประสิทธิภาพสามารถอำนวยความสะดวก และสนับสนุนการทำงานในหน้าที่ต่าง ๆ ขององค์กร"
ระบบสารสนเทศสามารถอธิบายเป็นรูปโครงสร้างปิรามิดได้ดังนี้

ส่วนล่างสุดจะเป็นการประมวลผล (Transaction Processing) และ การประมวลผลแบบถาม - ตอบ (Inquiry Processing) ระดับที่สูงขึ้นไปประกอบด้วย สารสนเทศเพื่อการจัดการบริหาร การวางแผนปฏิบัติการ การทำการตัดสินใจ และการควบคุมการปฏิบัติการ ระดับถัดขึ้นไปประกอบด้วยสารสนเทศที่ช่วยในการวางแผนการตัดสินใจ และควบคุมการจัดการ ส่วนในระดับสูงสุด ประกอบด้วยสารสนเทศที่สนับสนุนด้านการวางแผนกลยุทธ์ การวางแผนนโยบายและการทำการตัดสินใจ แต่ละระดับของการประมวลผลสารสนเทศอาจใช้ข้อมูลที่ได้จากระดับต่ำกว่า

สารสนเทศเพื่อการจัดการ อาจจะกล่าวได้ว่า MIS เป็นระบบสารสนเทศที่อยู่เหนือระบบประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง เนื่องจาก MIS นั้นมักจะไม่ค่อยเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการในแต่ละวัน แต่จะเกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรม ที่จะสนับสนุนการปฏิบัติการ โดยทั่วไปแล้ว MIS จะประมวลผลข้อมูลที่เกิดจากการประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลงและข้อมูลภายในองค์กรที่มาจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่จากการประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างของ MIS

ในระบบ MIS เมื่อผู้ใช้ต้องการส่งข้อความที่ต้องการรายงานไปยังโปรแกรมของระบบ โปรแกรมจะทำการรวบรวมข้อมูลของระบบประมวลผลรายการเปลี่ยนแปลง และทำการเปลี่ยนรูปแบบใหม่ จากนั้นทำการผลิตรายงาน (Procedure Report) ซึ่งรายงานเหล่านั้นอาจจะพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์หรือปรากฏทางหน้าจอของผู้บริหาร

MIS นั้นอาจจัดเก็บและดูแลรักษาข้อมูลระบบเองด้วย ในโปรแกรมประยุกต์ของ MIS บางโปรแกรมอาจมีรูปแบบของกิจกรรมที่ดำเนินการ ที่ใช้สำหรับผลิตสารสนเทศให้กับผู้บริหาร

2.8.3 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ฐานข้อมูล คือ แหล่งที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่มีสัมพันธ์กัน โดยที่ข้อมูลที่มีอยู่สามารถเรียกใช้ได้ตลอด มีการปรับปรุงให้ถูกต้องและทันสมัยอยู่เสมอ

ฐานข้อมูล คือ การเก็บข้อมูลทั้งหมดที่จะใช้ในองค์กรไว้ที่ส่วนกลาง ในลักษณะที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยการใช้ชุดคำสั่งประยุกต์ใช้งาน

อาจกล่าวได้ว่าฐานข้อมูล คือ ระบบการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลและบำรุงรักษาข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมนั้นไปใช้ประโยชน์สำหรับองค์กรใดองค์กรหนึ่ง เป็นแหล่งที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกันอย่างมีกฎเกณฑ์

ฐานข้อมูลมีความสำคัญต่อระบบสารสนเทศที่สนับสนุนการทำงานของหน่วยงานต่างๆขององค์กร การออกแบบฐานข้อมูลต้องตอบสนองกับระบบประยุกต์ใช้งานของผู้ใช้ การเก็บ การจัดการฐานข้อมูลและความเชื่อถือได้ของข้อมูลซึ่งช่วยให้ผู้ใช้ข้อมูลสามารถนำข้อมูลไปช่วยในการวางแผนตัดสินใจได้ทันเวลา การออกแบบฐานข้อมูลจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบระบบและการนำระบบไปใช้งาน ซึ่งจะแสดงให้เห็นประสิทธิภาพการทำงานของระบบ กล่าวคือ การออกแบบฐานข้อมูลมีผลต่อการนำข้อมูลไปใช้ในระบบงานต่างๆ ลักษณะการออกแบบฐานข้อมูลและปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง อาทิ เช่น ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือระบบปฏิบัติการที่เลือกใช้ล้วนแต่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงาน หากมีการออกแบบฐานข้อมูลที่ดี การที่จะต้องปรับประสิทธิภาพของระบบต่างๆในภายหลังอาจมีน้อยลง อาทิเช่น การเพิ่มประสิทธิภาพระบบงานหรือการเพิ่มประสิทธิภาพ

ระบบปฏิบัติการ ดังนั้นการออกแบบฐานข้อมูลจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะการนำข้อมูลจากส่วนต่างๆของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมารวบรวมออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อสามารถใช้ในการดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.4 การพัฒนาระบบ

ผู้ใช้ในระบบฐานข้อมูลมักมีความต้องการให้มีการพัฒนาระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ระบบการประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการขาย การเงินหรือการบัญชี การออกแบบฐานข้อมูลเป็นขั้นตอนหนึ่งของการพัฒนาระบบ ซึ่งนักวิเคราะห์ นักออกแบบและผู้ใช้ระบบจะทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาระบบประยุกต์ใช้งาน การพัฒนาระบบประกอบด้วยหลายขั้นตอนในลักษณะที่สัมพันธ์และต่อเนื่องกัน กล่าวคือ เมื่อมีการพัฒนาจะต้องทดสอบว่าตรงตามข้อกำหนดของระบบที่ต้องการหรือไม่และเมื่อนำระบบมาใช้ก็จะต้องทำการประเมินว่าเป็นไปตามข้อกำหนดในการสำรวจเบื้องต้นหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด ในการพัฒนาระบบประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.8.4.1 การสำรวจเบื้องต้น เมื่อมีความต้องการพัฒนาระบบงาน จะต้องทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้ทราบความต้องการของการพัฒนาระบบต่างๆให้ชัดเจน นอกจากนี้ยังต้องประเมินความเป็นไปได้ของความต้องการ อาทิเช่น 1) ความเป็นไปได้ทางเทคนิคเป็นการประเมินว่าฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันว่าสามารถนำไปใช้กับระบบที่กำลังจะพัฒนาหรือไม่ 2) ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจเป็นการประเมินว่าประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาระบบใหม่คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงไร หรือถ้าไม่พัฒนาจะเกิดผลเสียหายอย่างไร 3)ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติการเป็นการประเมินถึงผลที่อาจจะเกิดขึ้นในทางปฏิบัติ อาทิเช่น ความตั้งใจที่จะนำระบบที่พัฒนาไปใช้ จะมีการต่อต้านจากผู้ใช้ที่ไม่เห็นถึงประโยชน์จากการใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่หรือไม่ หรือปัญหาทางด้านความพร้อมของบุคลากรที่จะนำระบบใหม่ไปใช้เพื่อรวบรวมความต้องการและประเมินความเป็นไปได้ของระบบต่างๆแล้วระบบที่มีความจำเป็นหรือสำคัญเป็นลำดับแรกและมีความเป็นไปได้ในการพัฒนา

2.8.4.2 กำหนดความต้องการของระบบ การวิเคราะห์ความต้องการเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาระบบที่จะต้องทำการศึกษาระบบอย่างละเอียด ในกาศึกษาความต้องการนักวิเคราะห์จะต้องทำงานร่วมกับผู้เกี่ยวข้อง ไม่วาจะเป็นผู้ใช้ทั่วไป หรือผู้บริหาร เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้น วิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดของระบบที่กำลังจะพัฒนา แนวทางที่ควรใช้ในการพัฒนาและปริมาณข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมถึงกำหนดแนวทางที่จะทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อได้รวบรวมรายละเอียด นักวิเคราะห์ต้องทำการศึกษาข้อมูลที่ต้องการเพื่อ

กำหนดลักษณะของระบบที่พัฒนา ไม่ว่าจะเป็นสารสนเทศที่จะต้องพัฒนา การควบคุมการประเมินผล ความเร็วหรือประสิทธิภาพการทำงาน

2.8.4.3 การออกแบบระบบ ผู้ออกแบบระบบจะทำการวิเคราะห์โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน พิจารณาว่ารายงานและหน้าจอต่างๆที่ต้องการมีอะไร เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นมุมมองของผู้ใช้เพื่อการออกแบบฐานข้อมูลในระดับแนวคิดและระดับตรรกะรวมถึงระดับกายภาพ ดังนั้นการออกแบบฐานข้อมูลจึงเป็นขั้นตอนสำคัญหนึ่งในการพัฒนาระบบที่จะรวบรวมข้อมูลขององค์กรให้จัดเก็บอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ยังต้องพิจารณาถึงการออกแบบกระบวนการประกอบว่าการทำงานของแต่ละระบบงานว่าเป็นอย่างไร รายงานที่ต้องการคืออะไร เพื่อมีรายละเอียดข้อมูลอย่างครบถ้วนเพื่อใช้ในพัฒนาระบบประยุกต์ใช้งานต่อไป

2.8.4.4 การพัฒนาโปรแกรม การพัฒนาระบบสามารถพัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรม หรือใช้ซอฟแวร์สำเร็จรูปบางชนิด ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมทั้งหมดเพื่ออธิบายให้ทราบถึงรายละเอียดการเขียนโปรแกรมว่าทำอย่างไรบ้าง ทั้งนี้เพื่อเป็นเอกสารที่สามารถใช้อ้างอิงได้ในขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม และการดูแลโปรแกรมเมื่อมีการติดตั้งระบบแล้ว

2.8.4.5 การทดสอบระบบ ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นว่าเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการหรือไม่ มีการกำหนดข้อมูลที่ใช้เพื่อทดสอบการประมวลผลของระบบว่าได้รายงานหรือผลที่ออกแบบไว้หรือไม่ ประเด็นที่สำคัญคือผู้ใช้ต้องมีส่วนร่วมในการทดสอบใช้ระบบที่พัฒนาใหม่ เพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นทำงานได้จริง และการทำงานครบถ้วนตามต้องการหรือไม่ ตลอดจนมีข้อผิดพลาดใดบ้างที่จะต้องแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง

2.8.4.6 การนำระบบใหม่ไปใช้และการประเมินผล วิธีการนำระบบใหม่ไปใช้ มีหลายแนวทางที่องค์กรสามารถเลือกใช้ เพื่อนำระบบงานใหม่ไปใช้ เช่น การนำระบบใหม่ใช้คู่ขนานกับระบบเก่า หรือการยกเลิกระบบเก่าและติดตั้งระบบใหม่เลย รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็น และทำให้ระบบใหม่ทำงานได้ การฝึกอบรมผู้ใช้ ฯลฯ และเมื่อมีการใช้ระบบใหม่ไประยะหนึ่ง ระบบงานใหม่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือการบำรุงรักษาให้ทันสมัยตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้จะต้องทำการประเมินระบบที่นำไปใช้ ไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติงานว่าตรงตามเป้าหมายที่ต้องการหรือไม่ หรือมีความง่ายในการใช้งานสำหรับผู้ใช้

หรือไม่ประสิทธิภาพและความเชื่อถือได้ของระบบ ผลกระทบที่มีต่อองค์กร รวมถึงประเมินผู้ใช้และบริหารที่เกี่ยวข้องว่ามีทัศนคติต่อระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ดังกล่าวอย่างไรบ้าง

2.8.5 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) เป็นการดำเนินการศึกษา วิเคราะห์และรวบรวมความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้ได้ระบบที่ตรงตามความต้องการมากที่สุด มีประสิทธิภาพถูกต้อง รวดเร็ว และมีความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบฐานข้อมูล คือ โมเดลแบบ E-R Diagram (Entity-Relationship Model : E-R Model) เป็นโมเดลที่จะใช้ในการออกแบบระบบฐานข้อมูล โดยที่โมเดลแบบ E-R มีองค์ประกอบสำคัญ คือ

1) Entity คือ สิ่งที่เราสนใจหรือ Object ที่จะสามารถแจกแจงได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร หรือแยกได้ว่าเป็น Entity ใด โดยมีสัญลักษณ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นสัญลักษณ์แทน Entity

2) Attribute เป็นรายละเอียดต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็น Entity โดยที่จะมี Set of Attribute เป็นตัวแสดงคุณสมบัติของ Entity แต่ละตัว ซึ่งจะใช้รูปวงรีเป็นสัญลักษณ์แทน Attribute

3) Relationship เป็นสิ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Entity โดยมีความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ จะพบมากที่สุด ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 Entity เรียกว่า Binary Relationship และสัมพันธ์ระหว่าง 3 Entity เรียกว่า Ternary Relationship ความสัมพันธ์นี้จะใช้สัญลักษณ์กรอบรูปข้าวหลามตัด เป็นสัญลักษณ์แทน

ความสัมพันธ์ระหว่าง Entity มีอยู่ 4 รูปแบบ คือ

1) ความสัมพันธ์แบบหนึ่ง-ต่อ-หนึ่ง [One-to-One (1:1)] เป็นความสัมพันธ์ที่เรคคอร์ด (Record) หนึ่งที่อยู่ภายในตาราง (Table) สามารถจับคู่กับเรคคอร์ดได้เพียงเรคคอร์ดเดียวในตาราง (Table) ที่มีความสัมพันธ์กัน

2) ความสัมพันธ์แบบหนึ่ง-ต่อ-กลุ่ม [One-to-Many (1:M)] เป็นความสัมพันธ์ที่เรคคอร์ด (Record) หนึ่งที่อยู่ภายในตาราง (Table) สามารถจับคู่กับเรคคอร์ดได้หลายเรคคอร์ดในตาราง (Table) ที่มีความสัมพันธ์กัน

3) ความสัมพันธ์แบบกลุ่ม-ต่อ-หนึ่ง [Many - to- One (M :1)] เป็นความสัมพันธ์ที่หลายเรคคอร์ด (Record) ที่อยู่ภายในตาราง (Table) สามารถจับคู่กับเรคคอร์ดได้เพียงเรคคอร์ดเดียวในตาราง (Table) ที่มีความสัมพันธ์กัน

4) ความสัมพันธ์แบบกลุ่ม-ต่อ-กลุ่ม [Many -to-Many (M:M)] เป็นความสัมพันธ์ที่หลายเรคคอร์ด (Record) ที่อยู่ภายในตาราง (Table) สามารถจับคู่กับเรคคอร์ดได้หลายเรคคอร์ดในตาราง (Table) ที่มีความสัมพันธ์กัน

2.8.6 การจัดการฐานข้อมูลโดยวิธีนอร์มัลไลซ์ (Normalization)

การนอร์มัลไลซ์ (Normalization) เป็นวิธีการที่ทำให้ความสัมพันธ์ของตาราง (Relation) อยู่ในรูปแบบที่ดูแล้วเข้าใจง่าย มีลักษณะเป็น Simple และพยายามทำให้ข้อเท็จจริงเดียวกันที่มีอยู่ในที่เดียวกันไว้ในที่ที่เดียว (one-fact in one place) ไม่เก็บกระจัดกระจายและเนื้อหาที่ได้ต้องครบถ้วน ซึ่งการทำนอร์มัลไลซ์นี้จะมีลักษณะที่เป็นการบอกให้ทราบว่าข้อมูลใดเกินมา หรืออยู่ผิดที่ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าข้อมูลใดขาดหายไป และตารางใด ๆ (Relation) จะอยู่ในรูป Normal Form หนึ่ง ๆ นั้นจะต้องเป็นไปตามนิยามหรือข้อจำกัด (Constraint) บางอย่างของ Normal Form แต่ละระดับ

2.8.6.1 รูปแบบนอร์มัลระดับที่ 1 (First Normal Form : 1NF) เป็นการปรับรีเลชั่น (Relation) ที่ไม่นอร์มัล (Unnormalization relation) คือ รีเลชั่นที่มีข้อมูลบางช่วงเท่ากับ 1 ค่า หรือใน tuple หนึ่ง ๆ มีหลายค่า ให้อยู่ในรูปแบบของการนอร์มัลระดับที่ 1 คือ ค่าใน 1 tuple ต้องมีค่าข้อมูลได้เพียงค่าเดียว (ไม่มีค่าข้อมูลกลุ่มที่ซ้ำ ๆ กัน)

2.8.6.2 รูปแบบนอร์มัลระดับที่ 2 (Second Normal Form : 2NF) เป็นการแก้ปัญหาข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนกัน ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดรูปแบบการนอร์มัลไลซ์ระดับที่ 1 และเพื่อแก้ปัญหาในการแก้ไขข้อมูล (Update Anomaly) ซึ่งประกอบด้วยการแก้ไข (edit) ความขัดแย้งของข้อมูล (inconsistency) การเพิ่มเติมข้อมูล (insert) และการลบข้อมูล (delete) ไม่กระทบกระเทือนต่อข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้อง

1) นิยาม Attribute เราเรียกส่วนที่ไม่ใช่ส่วนใดส่วนหนึ่งของคีย์หลัก (Primary Key) ว่า Attribute นอนคีย์ (Nonkey Attribute)

2) นิยาม : รีเลชั่นใด ๆ จะอยู่ในรูปแบบนอร์มัลระดับที่ 2 (2NF) ถ้ารีเลชั่นนั้น ๆ อยู่ในรูปของ 1 NF และไม่มี Nonkey Attribute ขึ้นกับส่วนหนึ่งส่วนใดของคีย์

2.8.6.3 รูปแบบนอร์มัลระดับที่ 3 (Third Normal Form : 3NF) เป็นวิธีการแก้ปัญหาของข้อมูลที่ยังมีความซับซ้อน ที่ถึงแม้ว่าเราจะได้ทำการนอร์มัลในระดับที่ 2 (2NF) แล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีปัญหาเกิดขึ้น

1) นิยาม : เราเรียก Attribute (หรือกลุ่มของ Attribute) ใด ๆ ก็ตามที่สามารถเลือก (Determine) Attribute ตัวอื่น ๆ ได้ว่า ตัวเลือก (Determinate)

2) นิยาม : รีเลชั่นใด ๆ จะอยู่ในรูปแบบนอร์มัลระดับที่ 3 (3NF) ถ้ารีเลชั่นนั้น ๆ เป็น 2NF และตัวเลือกทุกตัวจะต้องเป็นคีย์คู่แข่ง (Candidate Key)

3) การขจัดตัวเลือกที่ไม่ใช่คีย์คู่แข่ง คือ ดึง Attribute ที่ขึ้นกับตัวเลือกที่ไม่ใช่คีย์คู่แข่งออกไปสู่รีเลชั่นใหม่ กำหนดให้ Attribute ที่เป็นตัวเลือกเป็นคีย์ของรีเลชั่นใหม่

2.8.6.4 รูปแบบนอร์มัลระดับที่ 4 (Boyce/Codd Normal Form (BCNF) เป็นการขยายขอบเขตของรูปแบบรูปแบบนอร์มัลระดับที่ 3 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นโดยมี เงื่อนไขว่า

1) ตารางนั้น ๆจะต้องผ่านเงื่อนไขของ 3NF ก่อน

2) ตารางนั้นจะผ่านเงื่อนไขของ BCNF ถ้าทุก ๆ Left-irreducible FD เป็น Candidate Key

3) ตารางนั้นจะผ่านเงื่อนไขของ BCNF ถ้าทุก ๆ Determinate เป็น Candidate Key

2.8.7 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

ประมาณศตวรรษที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาประเมินคุณค่าทรัพยากรธรรมชาติสาขาต่าง ๆ เช่น ปฐพีวิทยา ธรณีวิทยา และนิเวศวิทยา เป็นต้น ข้อมูลประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวได้ถูกประมวลผลให้อยู่ในรูปของแผนที่ แผนที่ที่แสดงรายละเอียดเฉพาะอย่างดังกล่าว เรียกว่า Thematic Map ซึ่งอาจจะแสดลรายละเอียดเชิงปริมาณ หรือคุณภาพก็ได้ บางครั้งจึงเรียกแผนที่ชนิดนี้ว่า Choropleth Map

การจัดทำแผนที่ให้ทันสมัยเริ่มแรกใช้มือทำ จนกระทั่งประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา ได้มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการคำนวณ และลากเส้นขอบเขตของแผนที่ จึงกล่าวได้ว่าระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์พัฒนาสืบเนื่องมาจากการทำแผนที่ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่า Automated Cartography and Mapping ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้รู้จักกันในนาม CAD/CAM (Computer-Aided Design and Drafting) คือการออกแบบหรือเขียนแบบแปลนโดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรม CAD ส่วนใหญ่จะใช้ในงานสถาปัตยกรรม วิศวกรรม หรืองานออกแบบทั่ว ๆ ไป

ระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) หรือที่เรียกกันโดยย่อว่าระบบ GIS ได้ผนวกเอาระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) เข้ากับความสามารถในการทำแผนที่ในระบบ CAD ดังกล่าวข้างต้น นอกจากนั้น ระบบข้อมูลสารสนเทศมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่จัดเก็บในรูปข้อมูลพื้นที่อย่างมี

ประสิทธิภาพ เช่น การซ้อนทับแผนที่ (Map Overlaying) การจัดรวมกลุ่มแผนที่ (Aggregate) การปรับแก้ (Updating) การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) การวิเคราะห์ค่าข้างเคียง (Nearness Analysis) และคำนวณคุณค่าคุณลักษณะ (Attribute Analysis) เป็นต้น

ในระยะเริ่มแรกระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ใช้กันในเฉพาะวงแคบ กล่าวคือ ได้มีการติดตั้งพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับเมนเฟรม จนถึงมินิคอมพิวเตอร์ แต่ปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาระดับไมโครคอมพิวเตอร์ คือ PC และยังมีอีกหลายระบบ

คำนิยามของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น มีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งาน เนื่องจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคโนโลยีที่กว้างขวาง ซับซ้อน และมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ขบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ (Hardware), ซอฟแวร์ (Software), ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล, การปรับปรุงข้อมูล, การคำนวณ, และการวิเคราะห์ข้อมูลให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ทางภูมิศาสตร์

ในประเทศไทยเราได้รู้จัก GIS กันมานานแล้ว แต่ไม่ได้เรียก GIS เช่น การศึกษาการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ได้มีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดิน (Land use) ลักษณะพืชพรรณ (Vegetation Type) ความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) ทิศทางด้านลาด (Aspect) ธรณีวิทยา (Geology) และดิน (Soil) ของพื้นที่ศึกษา ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดให้อยู่ในรูปแผนที่ ซึ่งก็จัดเป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อันหนึ่ง

2.8.7.1 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยทั่วไปข้อมูลภูมิศาสตร์ จะพิจารณาได้ใน 2 ลักษณะ คือ

1) ข้อมูลเชิงเฉพาะ (Attribute Characteristics) หมายถึง ลักษณะประจำตัว หรือลักษณะที่มีความผันแปรในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงสถานที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ ลักษณะข้อมูลเชิงเฉพาะ (Attribute) อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมืองและชนิดของสิ่งปกคลุมดิน เป็นต้น ค่าความผันแปรของลักษณะข้อมูลเชิงเฉพาะนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดออกมาเป็น 3 ระดับ คือ

- ระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบ (Nominal Level)
- ระดับที่เกิดจากการเปรียบเทียบลักษณะของปัจจัย (Ordinal Level)
- ระดับที่พิจารณาถึงความสัมพันธ์ของปัจจัย (Interval Ratio Level)

2.8.7.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristics) สามารถแสดงลักษณะได้ 3 รูปแบบ คือ

1) รูปแบบของจุด (Point features) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใด ๆ ซึ่งจะสังเกตได้จากลักษณะของจุดนั้น ๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งของจังหวัด, ที่ตั้งของโรงเรียน และที่ตั้งของโรงพยาบาล เป็นต้น

2) รูปแบบของเส้น (Linear features) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุม เส้นโค้ง ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้จะอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ โดยอาศัยทั้งขนาด ความกว้าง และความยาว เช่น ถนน หรือแม่น้ำ เป็นต้น

3) รูปแบบของพื้นที่ (Area features) เป็นลักษณะของขอบเขต Polygon ซึ่งประกอบด้วยลักษณะต่าง ๆ คือ Convex , Concave และ Area with a hold ลักษณะเหล่านี้จะใช้อธิบายขอบเขตของข้อมูลต่างๆ เช่น ขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น (สุระ พัฒนเกียรติ, 2534)

2..9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนิษฐา นาคะ (2542) ศึกษาวิถีชีวิตและการดูแลตนเองของผู้สูงอายุในหมู่บ้านชนบทแห่งหนึ่งในภาคใต้ โดยเก็บข้อมูลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก จาการศึกษาพบว่าผู้สูงอายุให้ความหมายสุขภาพตามความสามารถในการทำงาน คือ สุขภาพดี หมายถึง สามารถทำงานได้และไม่มีโรค การเจ็บป่วยเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานก็ถือว่าสุขภาพดี และการเจ็บป่วย หมายถึง ความอ่อนแอของร่างกายที่เกิดขึ้นและมีผลให้ไม่สามารถทำงานได้

เลอศักดิ์ เทิดวัฒน์ (2543) ศึกษาพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของประชาชนกลุ่มเสี่ยงในเขตอุตสาหกรรม จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการศึกษาจากประชาชนที่อาศัยอยู่รัศมี 3 กิโลเมตร รอบ ๆ โรงงานอุตสาหกรรมใน 4 อำเภอแรก ที่มีโรงงานมากที่สุดในจังหวัดเพชรบุรี จำนวน 400 คน พบว่าพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของประชากรกลุ่มเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง โดยแยกเป็น 2 ส่วนคือ พฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองภาวะปกติและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองภาวะการเจ็บป่วย ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของประชากรกลุ่มเสี่ยงพบว่า การรับรู้ข่าวสารสาธารณสุข ความเชื่อ การรักษาแผนปัจจุบัน อาชีพและอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.5$)

บริสุทธิ์ ผึ่งผดุง (2543) ได้ศึกษาสำรวจพฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองพบว่า แบบแผนการดูแลสุขภาพตนเอง ในพฤติกรรมการบริโภคอาหารและยา , พฤติกรรมการพักผ่อน , พฤติกรรมการออกกำลังกาย , พฤติกรรมการตรวจสุขภาพ , พฤติกรรมดูแลสุขภาพและจิตใจ , พฤติกรรมการดูแลรักษาความสะอาดตนเองและเครื่องใช้ , พฤติกรรมการจัดการด้านที่อยู่อาศัย

และการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์จะมีแบบแผนในการดูแลสุขภาพตนเองในลักษณะที่เป็นไปในแนวเดียวกัน กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการดูแลสุขภาพตนเองอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด ทั้งนี้เพราะยังคงมีบางพฤติกรรมที่กลุ่มตัวอย่างไม่ได้ปฏิบัติอย่างต่อเนื่องในขณะที่บางพฤติกรรมนั้น กลุ่มตัวอย่างยังคงละเลยที่จะให้ความสนใจหรือไม่ได้ให้ความสำคัญเท่าที่ควรอาจจะเป็นไปได้ว่า เงื่อนไขบางประการที่เอื้อหรือไม่เอื้อต่อการมีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ

สนธิเดช เทียนทอง (2544) ได้ศึกษาสำรวจเชิงเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อสาธารณสุขขั้นพื้นฐานของประชาชนที่อยู่ในและนอกเขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร โดยรวมในด้านการควบคุมโรคติดต่อ ด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอนามัย ด้านการสุขศึกษา ด้านการรักษาพยาบาล ด้านการโภชนาการ โดยจำแนกตาม เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน เพื่อให้ทราบเกี่ยวกับความเท่าเทียมกันของการเข้าถึงบริการทางการแพทย์และสาธารณสุข ผลการวิจัยพบว่า ประชาชนในและนอกเขตเทศบาลตำบลวัฒนานคร มีความพึงพอใจต่อสาธารณสุขขั้นพื้นฐานโดยรวมและรายได้ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นการควบคุมโรคติดต่อ ด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอนามัยที่ประชาชนในเขตเทศบาลมีความพึงพอใจสูงกว่า

อนุสรณ์ บุญทรง (2544) ศึกษารูปแบบการปฏิบัติตนด้านสุขภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 1,035 คน แยกเป็นนักเรียนชาย 348 คน และนักเรียนหญิง 687 คน พบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบสามารถจัดรูปแบบการปฏิบัติตนด้านสุขภาพได้ 4 รูปแบบคือ 1. พฤติกรรมความสะอาด 2. พฤติกรรมการตรวจสุขภาพ 3. พฤติกรรมหลีกเลี่ยงการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และหลีกเลี่ยงการมีเพศสัมพันธ์ที่ไม่สวมถุงยางอนามัยและ 4. พฤติกรรมหลีกเลี่ยงการใช้สารเสพติดส่วนในนักเรียนหญิงจัดเป็นได้ 6 รูปแบบคือ 1. พฤติกรรมความสะอาด 2. พฤติกรรมควบคุมน้ำหนัก 3. พฤติกรรมหลีกเลี่ยงการใช้สารเสพติด 4. พฤติกรรมความปลอดภัย 5. พฤติกรรมการตรวจสุขภาพ 6. พฤติกรรมหลีกเลี่ยงการดื่มแอลกอฮอล์ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการปฏิบัติตนด้านสุขภาพของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงส่วนใหญ่ คือ ปัจจัยลดความคาดหวังในความสามารถของตนเองและผลการเรียน

บุญรักษ์ นวลศรี (2540) ได้ทำการศึกษาสภาวะฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมและฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ที่ตำรวจจราจรได้รับในเขตเทศบาลตำบลเมืองขอนแก่น การเก็บตัวอย่างฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศชนิดปริมาตรสูงสำหรับฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ที่ตำรวจจราจรได้เก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างในอากาศชนิดติดตัว พบว่าปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่ที่ศึกษาของเขตเทศบาลนครขอนแก่น อยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อคนและสิ่งแวดล้อม

สายจิตร จะวะนะ (2542) ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเขตชุมชนหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี พบว่า อัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางดินหายใจของประชากรวัยแรงงานที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ศึกษามีอัตราสูงกว่าที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่เปรียบเทียบ โดยพบว่าในเขตพื้นที่ศึกษามีประชากรวัยแรงงานป่วยโดยเฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 4.76 ของประชากรวัยแรงงานที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ศึกษา ในขณะที่เขตพื้นที่เปรียบเทียบมีประชากรวัยแรงงานป่วยโดยเฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 0.51 ของประชากรวัยแรงงานที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่เปรียบเทียบ

สุจิรา ประสารพันธ์ (2545) ได้ทำการศึกษาฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมและฝุ่นละอองที่คนงานได้รับในโรงสีข้าว จังหวัดกาฬสินธุ์ รวมถึงการศึกษาข้อมูลความคิดเห็นและปัญหาสุขภาพของคนงาน ในโรงสีข้าวและประชาชนในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง จำนวน 22 แห่ง การเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ทำการเก็บฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นรวม ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง การเก็บข้อมูลด้านความคิดเห็นและปัญหาสุขภาพ โดยใช้แบบสอบถาม ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือ คนงานในโรงสีข้าวจำนวน 44 คน ผู้อาศัยในชุมชนใกล้เคียงโรงสีข้าวและชุมชนเปรียบเทียบเป็นตัวแทนในการตอบแบบสอบถามหลังคาเรือนละ 1 คน กลุ่มละ 156 หลังคาเรือน

สยาม ฮะฮวด (2544) ได้ทำการศึกษาสภาวะสุขภาพในคนงานโรงงานผลิตมันสำปะหลังในเขตภาคตะวันออก โดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นรวม ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาการทำวานปกติ โรงงานละ 1 วันครั้งเดียว ในอาคาร 3 อาคาร คือ อาคารธุรการ อาคารการผลิตและอาคารห้องแป้ง ที่จุดที่เป็นตัวแทนว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อคนงานที่ปฏิบัติงานของแต่ละอาคารมากที่สุด การเก็บข้อมูลความคิดเห็น และปัญหาสุขภาพโดยใช้แบบสอบถาม ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือคนงานโรงงานผลิตมันสำปะหลังในเขตภาคตะวันออก 215 คน เป็นตัวแทนในการตอบแบบสอบถาม

อุรบล โชติพงศ์ (2541) ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อการหายใจ โดยทำการศึกษาตรวจวัดฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และปริมาณฝุ่นรวม พบว่าบริเวณสถานีตรวจวัดทั้ง 4 จุดในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณฝุ่นทั้ง 2 ประเภทสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในทุกสถานีที่ทำการตรวจวัด และในสถานีที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการจราจร มีปริมาณฝุ่นรวมและเล็กกว่า 10 ไมครอน มากกว่าสถานีอื่น ๆ ในทั้ง 2 ช่วงในลมมรสุม ปริมาณฝุ่นทั้ง 2 ประเภทจากสถานีตรวจวัดมีอัตราการกระจายตัวของ

ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ไม่ได้มีค่าแปรผันตามปริมาณฝุ่นรวมในอัตราเดียวกันในทุกสถานี แต่จะมีความเฉพาะแตกต่างกันไปตามลักษณะกิจกรรมในบริเวณนั้น ๆ

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2543) ได้ทำการศึกษาระดับเสียงดังจากกิจการสถานประกอบการโรงสีข้าว ด้วยเครื่องจักร ระดับเสียงที่ต้องศึกษา ได้แก่ Ldn , Ln , Leq , Lmin และ Lmax ในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงภายในสถานประกอบการและตรวจวัดระดับเสียงภายในบรรยากาศทั่วไป ในพื้นที่ควบคุมคือ จังหวัดนครนายก และพื้นที่เปรียบเทียบคือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและนครสวรรค์ ซึ่งผลที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) กำหนดมาตรฐานเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไว้ไม่เกิน 70 เดซิเบล เอ และระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบล เอ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบและเหตุรำคาญแก่ชุมชนที่ตั้งอาศัยอยู่โดยรอบ

พิมพ์ประไพ ภูมิธรรมรัตน์ (2543) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของเสียงดังต่อความล้าทางจิตใจของพนักงานโรงงานทำพุกเหล็กในสภาพการทำงานที่มีเสียงดัง จากการวิจัยในสภาพการทำงานที่มีเสียงดังไม่เกินมาตรฐาน โดยทำการประเมินความล้าทางจิตใจ คือการใช้สารกระตุ้นหรือกดประสาท และปัจจัยที่มีผลต่อความล้าทางจิตใจ คือ อายุ ชั่วโมงการนอนหลับ และสภาพการทำงานที่มีเสียงดังเกินมาตรฐานจากการประเมินความล้าทางจิตใจโดยใช้แบบสอบถาม พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความล้าทางจิตใจ คือ สถานภาพ การใช้สารกระตุ้นหรือกดประสาท ชั่วโมงการนอนหลับ และสภาวะจิตใจ

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2543) ได้ทำการศึกษาระดับเสียงดังจากกิจการสถานประกอบการโรงโม่หิน ด้วยเครื่องจักร ระดับเสียงที่ต้องศึกษา ได้แก่ Ldn , Ln , Leq , Lmin และ Lmax ในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงภายในสถานประกอบการตรวจวัดระดับเสียงภายในบรรยากาศทั่วไป และทำการตรวจวัดระดับเสียงกระแทก ในพื้นที่ควบคุมคือ จังหวัดนครนายก และพื้นที่เปรียบเทียบคือ จังหวัดบุรีรัมย์และสระบุรี ซึ่งผลที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) กำหนดมาตรฐานเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไว้ไม่เกิน 70 เดซิเบล เอ และระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบล เอ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบและเหตุรำคาญแก่ชุมชนที่ตั้งอาศัยอยู่โดยรอบ

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2543) ได้ทำการศึกษาระดับเสียงดังจากกิจการสถานประกอบการการประดิษฐ์ไม้หวาย เป็นสิ่งของด้วยเครื่องจักร ระดับเสียงที่ต้องศึกษา ได้แก่ Ldn , Ln , Leq , Lmin และ Lmax ในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงภายในสถานประกอบการและตรวจวัดระดับเสียงภายในบรรยากาศทั่วไป ในพื้นที่ควบคุมคือ จังหวัด

นครนายก และพื้นที่เปรียบเทียบคือ จังหวัดอ่างทองและกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) กำหนดมาตรฐานเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไว้ไม่เกิน 70 เดซิเบล เอ และระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบล เอ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบและเหตุรำคาญแก่ชุมชนที่ตั้งอาศัยอยู่โดยรอบ

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2543) ได้ทำการศึกษาระดับเสียงดังจากกิจการสถานประกอบการการเลี้ยงสุกร เป็ด ไก่ ระดับเสียงที่ต้องศึกษา ได้แก่ Ldn , Ln , Leq , Lmin และ Lmax ในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงภายในสถานประกอบการและบริเวณชุมชนที่อาศัยอยู่โดยรอบใน จังหวัดราชบุรีและฉะเชิงเทรา ซึ่งผลที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ.2540) กำหนดมาตรฐานเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไว้ไม่เกิน 70 เดซิเบล เอ และระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบล เอ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบและเหตุรำคาญแก่ชุมชนที่ตั้งอาศัยอยู่โดยรอบ

สุรพงศ์ แสงสาลี (2544) ศึกษาการรับรู้ข่าวสาร ทัศนคติ และความพึงพอใจในการใช้บริการของสถานีอนามัยเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษานวมินทราชินีกับสถานีอนามัยทั่วไป ในอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ ประชาชนในอำเภอไทรน้อยที่เคยใช้บริการของสถานีอนามัยเฉลิมพระเกียรติฯ และสถานีอนามัยทั่วไปในอำเภอไทรน้อย จำนวน 400 คน พบว่าปัจจัยทางด้านเพศ อาชีพ ที่แตกต่างกัน จะมีการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับสถานีอนามัยเฉลิมพระเกียรติฯ และสถานีอนามัยทั่วไปแตกต่างกัน แต่ปัจจัยทางด้านอายุ การศึกษา ที่แตกต่างกันจะมีการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับสถานีอนามัยเฉลิมพระเกียรติฯ และสถานีอนามัยทั่วไปที่ไม่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับสถานีอนามัยเฉลิมพระเกียรติฯ และสถานีอนามัยทั่วไปจากสื่อบุคคล ประเภทเจ้าหน้าที่สาธารณสุขมากที่สุด รองลงมาคือ หอกระจายข่าวประจำหมู่บ้าน และจากสื่อต่าง ๆ ตามลำดับ

ภาณุมาศ พรหมเผ่า (2544) ศึกษาความคาดหวังของประชาชนต่อการบริการสาธารณสุขของสถานีอนามัย อำเภอจุน จังหวัดพะเยา โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จำนวน 384 หลังคาเรือน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ แบบสัมภาษณ์ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา พบว่า ความคาดหวังของประชาชนต่อการบริการสาธารณสุขของสถานีอนามัยด้านส่งเสริมสุขภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง กิจกรรมที่ความคาดหวังอยู่ในระดับจำเป็นมาก ได้แก่ การให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวางแผนครอบครัวและวิธีคุมกำเนิด ส่วนกิจกรรมที่ความคาดหวังอยู่ในระดับจำเป็นน้อย ได้แก่ การทำคลอด การคุมกำเนิดโดยวิธีใส่ห่วงอนามัยและใช้ถุงยางอนามัย ความคาดหวังด้านรักษาพยาบาลโดยรวมอยู่ในระดับสูง กิจกรรมที่คาดหวังอยู่ในระดับจำเป็นมาก ได้แก่ การให้บริการตรวจและรักษาผู้ป่วยนอกเวลาราชการและวันหยุดกิจกรรม

ที่คาดหวังที่อยู่ในระดับจำเป็นมาก ได้แก่ การออกค้นหาผู้ป่วย การรักษาผู้ป่วยที่ป่วยด้วยโรคติดต่อและการให้คำแนะนำในการปฏิบัติตน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ประชาชนคาดหวังต่อการบริการสาธารณสุขของสถานีอนามัยในกิจกรรมที่ได้ใช้บริการอยู่เป็นประจำ และให้ความสำคัญต่อกิจกรรมด้านการรักษาพยาบาลค่อนข้างสูง

สถิต ทิวพุดซา (2546) ทำการศึกษาความพึงพอใจในคุณภาพการบริการศูนย์สุขภาพชุมชน กรณีศึกษา : ศูนย์สุขภาพชุมชนในอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและบุคลากรสาธารณสุขจำนวน 25 คน และประชาชนที่อยู่ในเขตรับผิดชอบของ ศสช. 7 แห่ง 36 หมู่บ้าน จำนวน 144 คน พบว่าในภาคความพึงพอใจของผู้ใช้บริการทั้ง 7 ด้าน อยู่ในระดับมากเรียงลำดับความสนใจจากมากไปหาน้อย คือ ด้านที่มีค่าสูงสุด คือ ด้านค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ รองลงมา คือ ด้านอัธยาศัย ความสนใจและความพร้อมของผู้ให้บริการ ด้านความสะดวกที่ได้รับจากการบริการ ด้านข้อมูลคำแนะนำที่ได้รับจากการบริการ ด้านคุณภาพบริการ ด้านความพร้อม ของสถานบริการ และด้านการประสานงานของการบริการมีค่าต่ำสุด

เบญจา ลอกไธสง (2543) เป็นการศึกษาความพึงพอใจต่อบริการของโรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดบุรีรัมย์ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลปฐมภูมิเชิงปริมาณจากการสอบถามข้อมูลผู้ป่วยอายุ 15 – 60 ปี ที่มารับบริการจำนวน 450 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายผู้ป่วยในที่มานอนรักษาในโรงพยาบาลแล้วตั้งแต่ 2 วันขึ้นไป จำนวน 225 คน ผลการศึกษาพบว่าประมาณ 2 ใน 3 ของทั้งผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอกมีความพึงพอใจสูงต่อบริการของโรงพยาบาลชุชน และประมาณ 1 ใน 3 มีความพึงพอใจปานกลาง ปัจจัยด้านอาชีพและความเชื่อถือในโรงพยาบาลมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจต่อบริการของโรงพยาบาลชุมชนของผู้ป่วยใน โดยผู้ที่มีอาชีพในภาคเกษตรกรรมมีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ที่มีอาชีพนอกภาคเกษตรกรรม และผู้ที่มีความเชื่อถือในโรงพยาบาลสูง มีความพึงพอใจสูงกว่าผู้ที่มีความเชื่อถือต่ำ

วัชรากร กุชโร (2546) การศึกษาครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการโรงพยาบาลของผู้ใช้บริการในจังหวัดร้อยเอ็ด และความพึงพอใจต่อการบริการของโรงพยาบาลในปัจจุบัน จากการสุ่มตัวอย่าง 800 คน โดยการกำหนดสัดส่วนใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการศึกษาและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T – test ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

1) ผู้ใช้บริการโรงพยาบาลรัฐบาลและเอกชน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมีอายุระหว่าง 41 – 50 ปี ส่วนใหญ่ใช้บริการจากโรงพยาบาลเอกชนและเคยใช้บริการโรงพยาบาลรัฐบาลร้อยละ 35.50

2)ผู้ใช้บริการโรงพยาบาลเอกชนให้ความสำคัญต่อปัจจัยโดยรวมและรายได้ทั้ง 5 ด้าน มากกว่าผู้ใช้บริการโรงพยาบาลรัฐบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3)ผู้ใช้บริการโรงพยาบาลรัฐบาลมีความพึงพอใจในประเด็นความรู้และข้อเสนอแนะการปฏิบัติตนจากเจ้าหน้าที่และทีมพยาบาลอยู่ในระดับมากที่สุดและมีความพึงพอใจในประเด็นการบริการยานพาหนะในการรับส่งต่อผู้ป่วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยสรุปจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผู้ใช้บริการโรงพยาบาลเอกชนให้ความสำคัญต่อปัจจัยโดยรวมและรายด้านทุกด้านมากกว่าผู้ใช้บริการโรงพยาบาลรัฐบาล ผู้บริหารโรงพยาบาลรัฐบาลและเอกชนสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาระบบบริการและมาตรฐานการให้บริการเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการและเพื่อนำไปสู่การรับรองคุณภาพของโรงพยาบาลได้เป็นอย่างดี

รพีพัฒน์ เกริกไกรวัล (2543) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในกรุงเทพมหานคร พบว่า องค์ประกอบของธาตุหลักในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ได้แก่ คาร์บอน ซัลเฟอร์ และโพแทสเซียม ส่วนฝุ่นละอองขนาด 2.5 ถึง 10 ไมครอน ประกอบด้วย เหล็ก ซิลิกา และแคลเซียม

วศิน มหัตนิรันกุล (2536) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง และตะกั่วในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร ได้วิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ปัจจุบันคือกรมควบคุมมลพิษ) ระหว่างปี พ.ศ. 2528-2533 พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นและตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานครมีความสัมพันธ์กัน โดยในบรรยากาศริมถนนมีความสัมพันธ์สูงกว่าบรรยากาศทั่วไป

บุญรักษ์ นวลศรี (2540) ได้ศึกษาสภาวะฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อม และฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจที่ตำรวจจราจรได้รับในเขตเทศบาลนครขอนแก่น การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายถึงสภาวะปริมาณฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อม และฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจที่ตำรวจจราจรได้รับขณะปฏิบัติงานในเขตเทศบาลนครขอนแก่น การเก็บตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นรวมค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศฝุ่นในอากาศชนิดปริมาตรสูง (High volume) และฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างชนิดติดตัวบุคคล (Personal pump) ทำการศึกษาตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2539-กุมภาพันธ์ 2540 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณฝุ่นรวม ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงกว่ามาตรฐาน ฝุ่นขนาดเล็กว่า 10 ไมครอน ค่าเฉลี่ย24 ชั่วโมงสูงกว่ามาตรฐาน และมีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุดในช่วง 17.00-18.00 น. ส่วนปริมาณฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

กิตติศักดิ์ ตุ้นสกุล (2545) . ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์เพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารประเภทโรงพยาบาลที่อาคารโรงพยาบาลยันฮี พบว่ามีพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งสิ้น 34,460 ตารางเมตร ซึ่งติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าแบบ TOU และมีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 1,100 กิโลวัตต์ ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 5,196,000.00 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี และคิดเป็นค่าไฟฟ้าทั้งสิ้น 13,038,365.75 บาท/ปี จากมาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยหลักวิชาการ สามารถที่จะลดการใช้พลังงานของอาคารได้โดย การรวมโหลดหม้อแปลง การควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง การใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประสิทธิภาพสูง การใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง การใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง การลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งจะลดการใช้พลังงานลงได้ 465,531.92 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี และลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 102.19 กิโลวัตต์/เดือน คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ 1,076,594.01 บาทหรือคิดเป็น 8.26 เปอร์เซ็นต์ของค่าไฟฟ้ารวม โดยต้องลงทุนในการดำเนินการประมาณ 2,663,780.00 บาท

ทรงสุภา พุ่มชุมพล (2545) . การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาคารราชการขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ากลุ่มอาคารตัวอย่างมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักใน 2 ระบบ คือ ในระบบแสงสว่างเฉลี่ยร้อยละ 42.01 และในระบบปรับอากาศเฉลี่ยร้อยละ 47.40 ของปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นจึงเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมเฉพาะของ 2 ระบบนี้ และทำการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาถึงความแตกต่างของจำนวนชั่วโมงต่อการใช้งานต่อปี ความเปลี่ยนแปลงของราคาอุปกรณ์อนุรักษ์พลังงานและอัตราค่าไฟฟ้าประกอบ แล้วสรุปผลในรูปของตารางและกราฟ ผลการศึกษาคาดว่าหากอาคารราชการขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 1,561 แห่งดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน มาตรการภายใต้เงื่อนไขที่ให้อัตราผลตอบแทนภายในมากกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ จะประหยัดพลังงานได้ประมาณ 197,000 เมกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 504 ล้านบาทต่อปี โดยต้องลงทุนประมาณ 3,100 ล้านบาท หรือ ประมาณ 1.89 ล้านบาทต่อแห่ง โดยจะมีระยะเวลาคืนทุน 6.15 ปี และประหยัดเงินจากค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ประมาณ 15.87 ล้านบาท

บุตรบำรุง ธรรมโชติ (2541) . การประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์ : กรณีศึกษา อาคารพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย พบว่าหลังจากเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่นๆ ภายในอาคาร ดังกล่าวและนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาปริมาณการใช้พลังงาน พบว่ามีแนวทางที่จะดำเนินการประหยัดพลังงานได้ 12 แนวทาง คือ (1) ใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบป้องกันในเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน (2)ปรับปรุงการบำรุงรักษาหอผึ่งลมเย็น (3)การติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (4) การติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง (5) การติดตั้งอิเลคทรอนิคส์เทอร์โมสตัท (6) การติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังห้องส่งลมเย็นประจำ

ชั้น (7) การใช้โคมไฟฟ้าชนิดสะท้อนแสง (8) การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดประหยัดพลังงาน (9) การใช้บัลลาสต์ชนิดกำลังสูญเสียต่ำ (10) การติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่าง (11) การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (12) การย้ายภาระหม้อแปลงไฟฟ้ามารวมกัน จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและเงินทุนรวมทั้งผลกระทบที่จะเกิดขึ้นแล้ว สามารถดำเนินการประหยัดพลังงานจริง ได้เพียง 6 แนวทาง คือ แนวทางที่ (1)(2)(6)(7)(8) และ(9) หลังจากดำเนินการทั้ง 6 แนวทางนี้แล้ว พบว่า ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 2,814,996 บาท/เดือน และเมื่อปรับปรุงแล้วลดลงเหลือประมาณ 2,630,686 บาท/ เดือน หรือ ลดลง 184,310 บาท/เดือน สรุปได้ว่าวิธีดังกล่าวสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 6.5 %

ภาวนา วัชรเสถียร (2545) . การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสำนักงานของบุคลากรในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์พบว่า ผลการวิจัยการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสำนักงานของบุคลากรในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์ และรังสิต มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ การรับรู้มาตรการการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างประหยัดของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ อายุ ระดับการศึกษา สายงาน

สุดารัตน์ ปรีชารณเสฏฐ์ (2542) . ศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษากลุ่มช่างอุสาหกรรม ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ผลการศึกษาพบว่า สถานศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 853,660 kWh/ ปี มีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงสุดในระบบปรับอากาศ ร้อยละ 54 รองลงมา ได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบเครื่องจักร อุปกรณ์ตามลำดับ ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 223.85 kWh/ คน/ปี ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 บาท/kWh ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ยเทากับ 10.86 w/m^2 และค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 kW / ton แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับการยอมรับจากคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งาน การซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ การติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง และการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ตามลำดับ

สมอ. (2547) การประเมินความเสี่ยงเป็นรากฐานที่สำคัญของการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยเชิงรุก ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ การประเมินความเสี่ยงมีพื้นฐานอยู่ที่การเปิดโอกาสให้ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติตกลงร่วมกันในการประเมินความเสี่ยง

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา (2545) ความเสี่ยง (Risk) หมายถึงโอกาสการบาดเจ็บ การเกิดโรค หรือการตาย ภายใต้สภาวะใดสภาวะหนึ่ง ความเสี่ยงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในการกระทำการใดๆ แต่สามารถจัดการให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ขรรชัย เกรียงไกรอุดม (2538) การประเมินความเสี่ยงเป็นการนำผลจากการคำนวณความเสี่ยงภัยเปรียบเทียบกับเป้าหมายความเสี่ยงที่ตั้งไว้ (Risk Criteria) เพื่อพิจารณาว่าจะลดโอกาสความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหรือลดอันตรายที่จะเกิดตามมาน้อยที่สุด (Risk Reduction)