แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง

กรณี ขยะอิเล็กทรอนิกส์

กรมอนามัย และ กรมควบคุมโรค
กระทรวงสาธารณสุข

แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง

กรณี
ขยะอิเล็กทรอนิกส์

คำนำ

ภายใต้แผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ประจำปีงบประมาณ 2558 ที่เน้นให้มีการบูรณาการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานในกระทรวงสาธารณสุข เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการลดปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน และการเจ็บป่วยด้วยโรคจากสิ่งแวดล้อมลดลง โดยมีมาตรการหนึ่งที่สำคัญภายใต้แผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ คือ การพัฒนาระบบเฝ้าระวัง เตือนภัย สื่อสารสาธารณะ และสนับสนุนการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

จากสถานการณ์ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เสี่ยง มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและเกิดเรื่องร้องเรียนจำนวนมากขึ้น ดังนั้น เพื่อให้ปัญหาดังกล่าวได้รับการจัดการและลดปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค จึงได้ร่วมกันดำเนินงานการเฝ้าระวังฯ กรณีพื้นที่เสี่ยงภายใต้แผนบูรณาการนี้ โดยมีกิจกรรมหนึ่ง คือ การจัดทำคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมและสุขภาพรายพื้นที่เสี่ยง ประกอบด้วย พื้นที่เหมืองทองคำ พื้นที่เสี่ยงมลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวล พื้นที่เสี่ยงมลพิษอากาศจากหมอกควัน พื้นที่เสี่ยงมลพิษอากาศจากฝุ่นละออง พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคติดต่อระบบทางเดินอาหารและน้ำ และพื้นที่เสี่ยงกรณีขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ประยุกต์ใช้ในการดำเนินการเฝ้าระวัง เตือนภัย และสื่อสารสาธารณะ ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาในพื้นที่และสามารถจัดการและแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในพื้นที่เสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การคุ้มครองสุขภาพ และลดปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนตามเป้าประสงค์ของแผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

อนึ่ง เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในพื้นที่เสี่ยง คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังรายพื้นที่เสี่ยงขึ้นเป็นครั้งที่ 2 ซึ่งได้มีการเพิ่มเติมเนื้อหาและปรับปรุงข้อมูลให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ ทั้งนี้ หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โปรดแจ้งมาที่กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2558

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
2	กระบวนการผลิต มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น	5
3	แนวทางการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม	14
4	แนวทางการเฝ้าระวังทางสุขภาพ	16
5	การสื่อสารและการจัดการความเสี่ยง	28
6	กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	29
	บรรณานุกรม	31
	ภาคผนวก	32

บทที่ 1

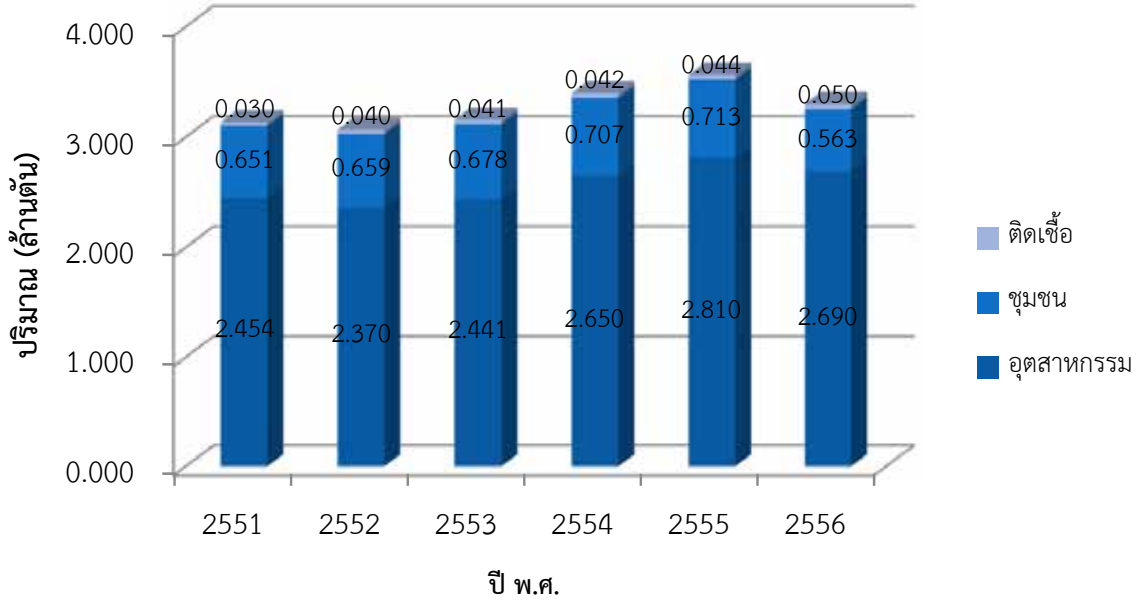
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างมาก ส่งผลให้การผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกสบายให้แก่มนุษย์ ดังนั้นการบริโภคสินค้าอิเล็กทรอนิกส์จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อทุกคนต้องการความทันสมัย ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ล้าสมัยไม่ได้รับความนิยมและถูกเลิกใช้งานไปทั้งที่ยังไม่หมดอายุการใช้งาน ส่งผลให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก ซึ่งปัญหาที่สำคัญของขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ คือ สารเคมีที่มีพิษตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต รวมทั้งโลหะหนักและสารอื่นๆ ที่เป็นอันตราย ถ้าไม่มีระบบการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ดี อาจทำให้สารเคมีและโลหะหนักเหล่านั้นรั่วไหล หรือเกิดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้

จากรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2556 ประมาณการว่า ในปี 2556 มีของเสียอันตรายเกิดขึ้นทั่วประเทศ ประมาณ 3.3 ล้านตัน ประกอบด้วย ของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม 2.69 ล้านตัน (ร้อยละ 81.5) ของเสียอันตรายจากชุมชน (รวมซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และมูลฝอยติดเชื้อ) 0.61 ล้านตัน (ร้อยละ 18.5)

แผนภูมิแสดงปริมาณของเสียอันตรายจำแนกตามประเภทปี พ.ศ. 2551 – 2556



ของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม จำนวน 2.69 ล้านตัน ลดลงจากปีที่ผ่านมา 0.12 ล้านตัน (ร้อยละ 4.3) เนื่องจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ดำเนินโครงการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากกากอุตสาหกรรม และลดปริมาณของเสียที่ต้องฝังกลบอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิต แต่อย่างไรก็ตามในบางพื้นที่ยังพบว่ามีการลักลอบทิ้งของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม

ของเสียอันตรายจากชุมชน มีปริมาณที่เกิดขึ้นทั้งหมด 562,834 ตัน ลดลงจากปี 2555 จำนวน 149,936 ตัน (ร้อยละ 21) ส่วนใหญ่เป็นซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประมาณ 368,314 ตัน (ร้อยละ 65.4) และของเสียอันตรายประเภทอื่นๆ จากชุมชน เช่น แบตเตอรี่ หลอดไฟ ภาชนะบรรจุสารเคมี เป็นต้น เกิดขึ้น 194,520 ตัน (ร้อยละ 34.6)

ในปัจจุบันพบว่าการจัดการของเสียอันตรายจากชุมชนยังไม่มีระบบการจัดการที่ชัดเจน ส่วนใหญ่ยังถูกทิ้งปะปนกับมูลฝอยทั่วไป องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นบางแห่งเท่านั้นที่มีการคัดแยกของเสียอันตรายจากชุมชนและเก็บรวบรวมเพื่อส่งไปรีไซเคิล หรือกำจัดในศูนย์จัดการของเสียอันตรายอย่างถูกหลักวิชาการ เช่น เทศบาลนครนครราชสีมา เทศบาลนครระยอง เทศบาลนครลำปาง และซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่มักถูกจัดการโดยผู้รับซื้ออย่างไม่ถูกต้อง และอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อมได้

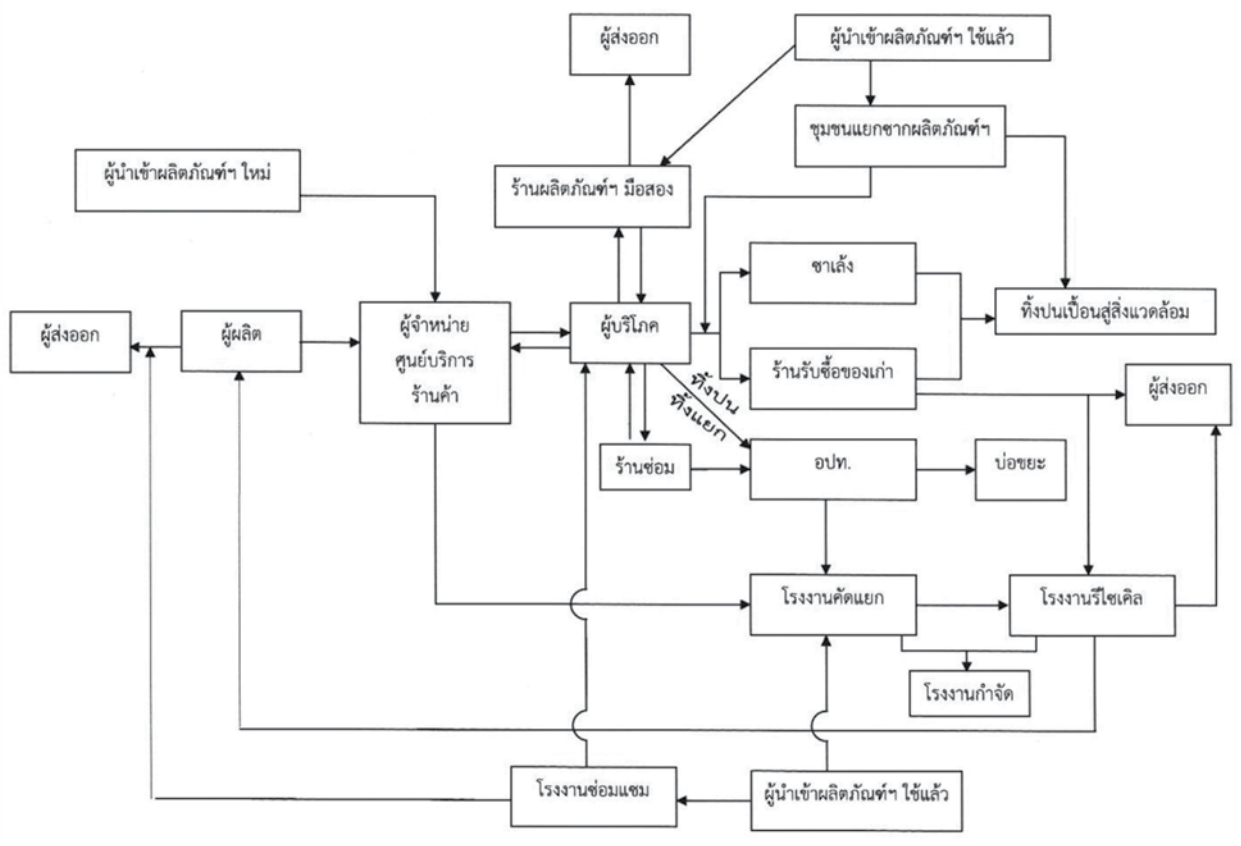
สถานการณ์การจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้ามีการขยายตัวทั้งการผลิตและการส่งออกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศซึ่งมีการผลิตเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของอสังหาริมทรัพย์ ประกอบกับราคาที่ถูกลงกว่าเดิม เนื่องจากการยกเลิกการเก็บภาษีสรรพสามิต รองลงมา คือ เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับตัดต่อป้องกันวงจรไฟฟ้า กล้องถ่ายรูป โทรทัศน์ วิดีโอและตู้เย็น เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีปริมาณการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นจากตลาดหลักอย่างสหรัฐอเมริกาและจีน และประเทศคู่ค้าอื่น เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจโดยรวมที่เริ่มฟื้นตัวประกอบกับความต้องการสินค้าเทคโนโลยีสารสนเทศรุ่นใหม่ที่มีการเปิดตัวมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากองค์ประกอบหลักของของเสียอันตรายจากชุมชนจะเป็นซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในปี 2555 กรมควบคุมมลพิษจึงร่วมกับสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคในการจัดการกับผลิตภัณฑ์ฯ เมื่อไม่ใช้งานแล้ว และคาดการณ์ปริมาณการเกิดซากผลิตภัณฑ์ฯ เพื่อเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการ สรุปได้ว่า แหล่งกำเนิดซากผลิตภัณฑ์ฯ ประกอบด้วย 2 กลุ่มหลัก คือ

1) โรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2) แหล่งกำเนิดในชุมชนซึ่งส่วนใหญ่มาจากบ้านเรือน หน่วยงาน และสถานประกอบการต่างๆ ที่ไม่ใช่โรงงานอุตสาหกรรม

ปริมาณซากผลิตภัณฑ์ฯ ส่วนใหญ่มาจากแหล่งกำเนิดที่เป็นบ้านเรือนทั่วไป ลำดับแรก คือ โทรศัพท์มือถือและโทรศัพท์บ้าน รองลงมา อุปกรณ์เล่นภาพและเสียงขนาดพกพา คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จากผลสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคของกรมควบคุมมลพิษ พบว่ากลุ่มครัวเรือน ร้อยละ 51 จะขายซากผลิตภัณฑ์ฯ เมื่อไม่ใช้แล้ว เก็บรวบรวมไว้ ร้อยละ 25 ทิ้งรวมกับขยะทั่วไป ร้อยละ 16 และให้ผู้อื่น ร้อยละ 8 ซึ่งมีการขายซากผลิตภัณฑ์ฯ รวมไปถึงการแลกคืนเพื่อใช้เป็นส่วนลดในการซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วย แต่ยังมีจำนวนน้อย ปัญหาที่สำคัญ คือ การทิ้งปะปนไปกับขยะทั่วไปและการจัดการซากผลิตภัณฑ์ฯ โดยผู้รับซื้อขยะอย่างไม่ถูกต้องและปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม



แผนภูมิการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยตลอดวัฏจักรชีวิต

จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าซากผลิตภัณฑ์ฯ บางส่วนจะถูกแยกชิ้นส่วนโดยชุมชนซึ่งในปัจจุบันการคัดแยกและถอดชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ เป็นกิจกรรมที่พบมากขึ้นในประเทศไทยและประเทศที่กำลังพัฒนาอื่นๆ โดยมีวิธีการคัดแยกและถอดชิ้นส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและไม่ปลอดภัย เพื่อให้ได้มาซึ่งอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่สามารถขายได้ หรือนำไปประกอบเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อีกครั้งหนึ่ง ส่วนเศษขยะที่เหลือจากการขายหรือคัดแยกเหล่านี้จะถูกนำไปทิ้งกองไว้อย่างไม่ถูกต้อง และไม่มีการจัดการหรือควบคุมสารอันตรายที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้มีการรั่วไหลของสารอันตรายสู่สิ่งแวดล้อม และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรงได้ในระยะยาวย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งดิน แหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน และยังส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศต่างๆ อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของแนวทางการเฝ้าระวัง

1) เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และมลพิษที่เกิดจากปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์

2) เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมการเฝ้าระวัง และติดตามผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงที่มีปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์

1.3 กลุ่มเป้าหมาย

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ดำเนินการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพในพื้นที่ที่มีปัญหาด้านขยะอิเล็กทรอนิกส์

1.4 องค์ประกอบของแนวทางการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพ

1) บทนำ

2) กระบวนการผลิต มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น

3) แนวทางการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม

4) แนวทางการเฝ้าระวังทางสุขภาพ

5) การสื่อสารและการจัดการความเสี่ยง

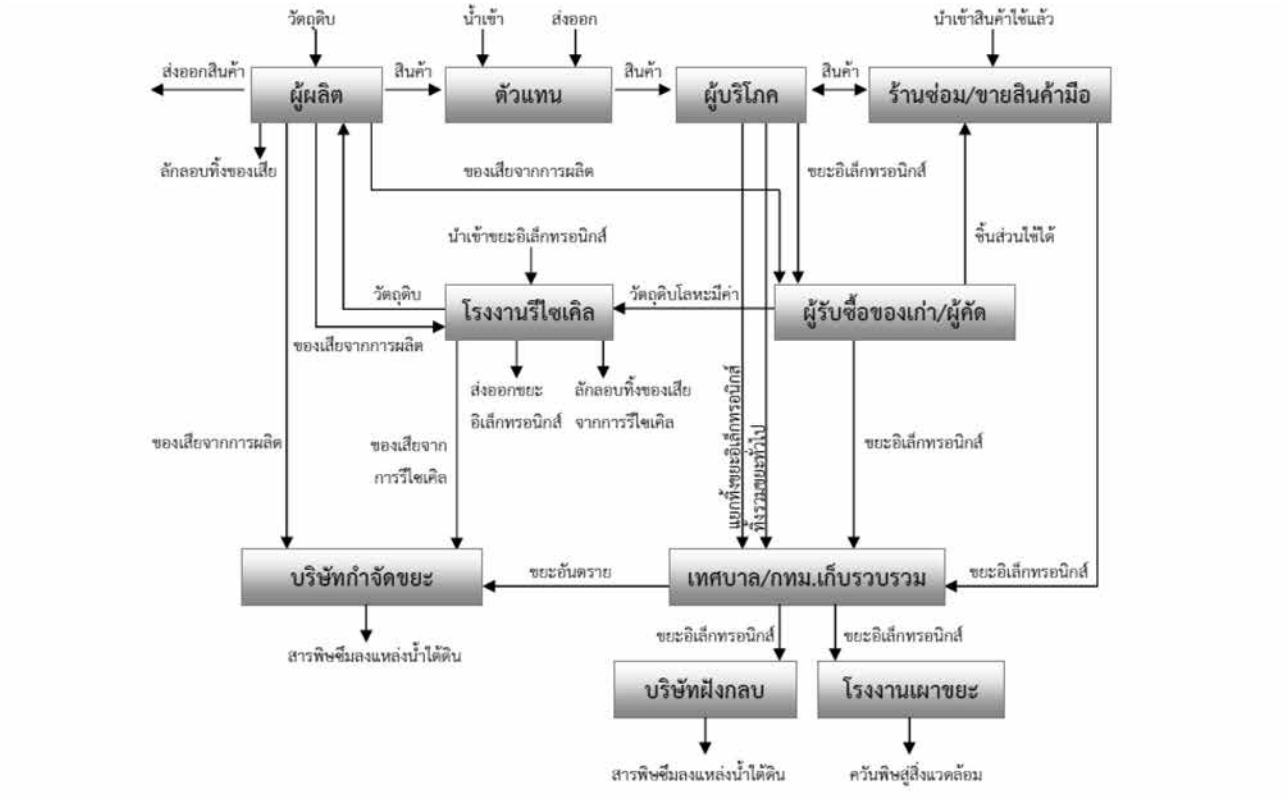
6) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

กระบวนการผลิต มลพิษ และผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นสิ่งที่ทุกคนคุ้นเคย และกลายเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตของผู้คนในปัจจุบัน โดยผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์หลายอย่างมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน (เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องซักผ้า ฯลฯ) โทรศัพท์มือถือ และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทำให้อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทยอย่างมากทั้งในแง่ของการผลิต การส่งออก และการจ้างงาน โดยเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้ให้กับประเทศ

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมได้ส่งผลให้มีการพัฒนานวัตกรรมด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว จึงเป็นเหตุให้มีการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ออกมาหลากหลายรูปแบบส่งผลให้มีความต้องการในการใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ราคาของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ แบตเตอรี่ และโทรศัพท์มือถือถูกลง ทำให้รูปแบบการตลาดเปลี่ยนแปลงจากการนำผลิตภัณฑ์ชำรุดมาซ่อมแซมใช้ใหม่มาเป็นการทิ้งซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ส่งผลให้ส่วนประกอบหลากหลายชนิดในตัวสินค้านั้นๆ เกิดเป็นขยะอีกชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ และมีสารอันตรายปะปนอยู่ จึงเรียกขยะประเภทนี้ว่า“ขยะอิเล็กทรอนิกส์” (Electronic Waste หรือ E-Waste) หรือซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Waste Electrical and Electronic Equipment : WEEE)



ภาพแสดงวงจรผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์

จากภาพแสดงให้เห็นว่าวงจรผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นแหล่งกำเนิดของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้หลายทาง โดยเริ่มตั้งแต่ผู้บริโภค สู่ร้านรับซื้อของเก่า หรือผู้คัดแยกสู่เทศบาลเก็บรวบรวม และกำจัดด้วยวิธีฝังกลบหรือเผาทำลาย ทำให้เกิดสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดิน และเกิดควันพิษในสิ่งแวดล้อมใกล้เคียง อีกทั้งผู้บริโภคส่วนมากไม่ทราบถึงมหันตภัยร้ายแรงที่มีต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากวงจรชีวิตของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น การใช้สารพิษที่เป็นอันตราย ได้แก่ สารปรอท ตะกั่ว และสารทนไฟในกระบวนการผลิตที่สามารถก่อให้เกิดการปนเปื้อนสารพิษในสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ในทางตรงกันข้ามภายในชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ยังมีองค์ประกอบของโลหะมีค่า หากมีกระบวนการจัดการซากอย่างถูกต้อง บางชิ้นส่วนสามารถนำไปสกัดแยกโลหะมีค่า เช่น ทองคำ เงิน ทองแดง พาลาเดียม แพลทินัม ฯลฯ เป็นการเพิ่มรายได้ เช่น ในประเทศญี่ปุ่นสามารถสกัดแยกทองคำ 1 กิโลกรัม ได้จากโทรศัพท์มือถือจำนวน 2 แสนเครื่อง ชิ้นส่วนตัวต้านทานในวงจรคอมพิวเตอร์ สามารถสกัดแยกทองคำและพาลาเดียมได้อย่างละประมาณ 50-100 กรัมต่อซากเครื่องใช้ไฟฟ้าหนัก 1 ตัน รวมทั้งยังได้ทองแดงอีก 200 กิโลกรัม นอกจากนี้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ยังมีส่วนประกอบของโลหะมีค่า ได้แก่ ทองคำ พาลาเดียม และทองแดง เป็นต้น ในปัจจุบันกิจกรรมการถอดแยกชิ้นส่วนซากผลิตภัณฑ์ฯ เป็นกิจกรรมที่พบมากขึ้นในประเทศไทยและประเทศที่กำลังพัฒนาอื่นๆ โดยชุมชนจะมีวิธีการถอดแยกชิ้นส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งส่งผลให้สารอันตรายส่วนใหญ่ปะปนออกมาสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การรื้อแกะตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศโดยไม่มีการดูดเก็บ

สารทำความเย็นที่อยู่ภายในคอมเพรสเซอร์ออกเสียก่อน ทำให้สารเหล่านั้นซึ่งเป็นสารทำลายโอโซน/ก๊าซเรือนกระจกหลุดออกไปทำลายชั้นบรรยากาศที่ช่วยป้องกันไม่ให้รังสีความร้อนแผ่เข้าสู่พื้นโลกมากเกินไป ส่งผลให้เกิดรูรั่วในชั้นโอโซน การทุบทำลายจอแก้วซีอาร์ทีที่มีสารตะกั่วและสารเรืองแสง เพื่อเอากรอบเหล็กที่อยู่ภายในจอ ทำให้สารตะกั่วที่อยู่ในจอภาพแพร่กระจายสู่ดินและน้ำ การหลอมตะกั่วบัดกรีบนแผงวงจรโดยไม่มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การทิ้งน้ำกรดที่ใช้สกัดทองจากแผงวงจรโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย การเผาสายไฟเพื่อนำทองแดงและโลหะอื่นๆ ที่อยู่ภายในไปขาย ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนัก สารหน่วงไฟไดออกซินและฟิวแรน จากควันไฟและเถ้าตะกอน เป็นต้น

ตารางแสดงองค์ประกอบสำคัญและสารอันตรายของซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ประเภทซาก	องค์ประกอบที่สำคัญ	สารอันตราย
1. โทรทัศน์แบบหลอดภาพรังสีคาโทด	● แก้วทั้งด้านนอกและด้านในของหลอดภาพ CRT ● เหล็กยึดและเหล็กควบคุมรังสี ● สารฉาบเรืองแสง ● ปืนอิเล็กตรอนทำจากแก้ว ● เหล็กกล้าไร้สนิม PCB (Printed Circuit Board) ● พลาสติกครอบ ถ้าพิจารณาจากวัสดุ แก้วมีน้ำหนักมากที่สุด คือ ร้อยละ 57 รองลงมาคือ พลาสติก ร้อยละ 23 เหล็ก ร้อยละ10 ทองแดง ร้อยละ 3 อะลูมิเนียม ร้อยละ 2 อื่นๆ ร้อยละ 5	● หลอดภาพรังสีคาโทด (ตะกั่วออกไซด์ แคดเมียม แอนติโมนีไตรออกไซต์) ● พลาสติก (สารหน่วงไฟ) ● ปืนอิเล็กตรอน (แบเรียมออกไซด์) ● แผงวงจร (แบริลเลียม, สารหน่วงไฟ, ตะกั่ว แคดเมียม, ปรอท) ● จอแก้ว (พลวง) ● สารเรืองแสง (สารฟอสเฟอร์ ประกอบด้วย ซัลไฟด์ของสังกะสีและโลหะอื่นๆ) ● สายไฟ (แคดเมียม)
2. โทรทัศน์แบบ LCD (Liquid Crystal Display)	● โลหะที่มีส่วนประกอบของเหล็ก ร้อยละ 47 ● พลาสติก ร้อยละ 22 ● แหล่งกำเนิดแสง back light (back light-module) ร้อยละ 12 ● แก้วที่เคลือบฟิล์มที่มีส่วนผสมของ Indium tin oxide ร้อยละ 7 ● อะลูมิเนียม ร้อยละ 5	● จอ LCD (ผลึกเหลว : liquid crystal ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ (organic compound) กว่า 10-20 ชนิด หลายชนิดเป็นสารอันตรายหรือสารก่อมะเร็ง เช่น Phenylcyclohexane, Cyclohexane, Biphenyl

ประเภทซาก	องค์ประกอบที่สำคัญ	สารอันตราย
	● แผงวงจรไฟฟ้า ร้อยละ 4 ● ตะกั่ว ร้อยละ 3	และ Pyrimidine นอกจากนี้ ยังมีปรอทในหลอด back light อีกด้วย ● พลาสติก (สารหน่วงไฟ) ● สายไฟ (แคดเมียม)
3. กล้องถ่ายภาพ/วิดีโอ	● เลนส์ซึ่งทำมาจากแก้ว ● ตัวกรอบภายนอกส่วนใหญ่ทำมาจากอะลูมิเนียมหรือพลาสติกอัดแข็ง ● ตัวเซนเซอร์บันทึกภาพ ● แบตเตอรี่ซึ่งเป็นแบบลิเทียมไอออนและนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ ● ปุ่มกดต่างๆ ● ไฟแฟลช ● จอภาพ LCD ● แบตเตอรี่ (แคดเมียม นิกเกิล ลิเทียม โคบอลต์ ปรอท)	● เช่นเดียวกับจอภาพ LCD ● แบตเตอรี่ (แคดเมียม นิกเกิล ลิเทียม โคบอลต์ ปรอท)
4. อุปกรณ์เล่นภาพ/เสียงขนาดพกพา เช่น MP3, MP4	● แผงวงจรซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เป็นส่วนที่ส่งผ่านข้อมูล แปลงข้อมูลและในส่วนนี้ยังมีส่วนที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ● ส่วนของหน่วยความจำ ● แบตเตอรี่ ● จอ LED หรือ LCD สำหรับในกรณีที่เป็น MP4 หรือ ipod ● ส่วนที่เป็นการถ่ายโอนข้อมูล เช่น USB port ● กรอบตัวเครื่องภายนอก	● เช่นเดียวกับจอภาพ LCD ● แบตเตอรี่ (แคดเมียม นิกเกิล ลิเทียม โคบอลต์ ปรอท)
5. เครื่องพิมพ์ (Printer) และโทรสาร	● แผงวงจรไฟฟ้า ● กรอบพลาสติกภายนอก ● สายไฟ ● ตัวปุ่มกดไมโครโฟนและลำโพง (ในกรณีของเครื่องโทรสาร) และอื่นๆ	● ส่วนที่เกี่ยวข้องกับหมึกพิมพ์ทั้งหมด เช่น สารเคมีที่เป็นหมึก ตลับหมึก (Toner Cartridge) ฟิวเซอร์ (fuser) Fax roll เป็นต้น

ประเภทซาก	องค์ประกอบที่สำคัญ	สารอันตราย
6. โทรศัพท์มือถือ	● แผงวงจรที่มี PCB (Printed Circuit Board) ● เสาอากาศทำมาจากโลหะ ● สายไฟ ● หน้าจอผลึกเหลว (LCD) ● แก้ว ● แบตเตอรี่ (NiCd, NiMH และ Li-ion ซึ่งมีความนิยมสูงสุด) ● กรอบหน้ากาก ทำมาจากพลาสติกโพลีคาร์บอเนต หรือ ABS และอาจมีโลหะเคลือบ ● อุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่น หูฟัง สายชาร์จไฟ เป็นต้น	● ฝาครอบ (พลาสติก ประเภทโพลีคาร์บอเนต (PC) และเอบีเอส (ABS)) ● ปุ่มสัมผัส (แบริลเลียม เงิน ทองคำ แพลทินัม) ● จอภาพ LCD (ตะกั่ว) ● แผงวงจรไฟฟ้า (ตะกั่ว สารหนู ดีบุก ทองแดง เงิน ทองคำ แพลทินัม) ● แบตเตอรี่ (ตะกั่ว แคดเมียม โคบอลต์ นิกเกิล)
7. คอมพิวเตอร์ (แบบตั้งโต๊ะ/แบบพกพา)	● จอคอมพิวเตอร์ มีทั้งแบบ CRT และ LCD ● แผงวงจร ● หน่วยประมวลผล (CPU) ● การ์ดแสดงผล ● หน่วยความจำ ● อุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่น เมาส์ แป้นพิมพ์ ไมโครโฟน ลำโพง เป็นต้น ● ส่วนประกอบภายในระบบคอมพิวเตอร์ (แบริลเลียม, สารหน่วงไฟ, โลหะหนัก เช่น ทองแดง นิกเกิล)	● จอคอมพิวเตอร์ ทั้งแบบจอ CRTและจอ LCD ดังที่อธิบายในส่วนของโทรทัศน์ สารที่เป็นพิษจึงมีลักษณะเดียวกัน ● แป้นพิมพ์ โครงเครื่อง เมาส์ (PVC, สารหน่วงไฟ) ● แบตเตอรี่ (สารอันตราย เช่น ตะกั่ว แคดเมียม โคบอลต์ นิกเกิล)
	● แผงท่อทำความเย็น ● คอมเพรสเซอร์ ● แผงท่อระบายความร้อน ● พัดลมส่งความเย็นและพัดลมระบายความร้อน ● แผ่นกรองอากาศ ● หน้ากากเครื่องที่มีแผ่นกระจายลมเย็น ● อุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็นและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ● องค์ประกอบหลักที่แยกได้ คือ เหล็ก ร้อยละ 50 พลาสติก ร้อยละ 23 และทองแดง ร้อยละ 14	สารทำความเย็นประเภทคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC)

ประเภทซาก	องค์ประกอบที่สำคัญ	สารอันตราย
9. ตู้เย็น	● ตัวโครงสร้าง ประกอบด้วย เหล็ก อะลูมิเนียม โพลียูรีเทน พลาสติกอื่นๆ และยาง ● ส่วนปฏิบัติการ (Working Media) ประกอบด้วย น้ำยาแอร์ (Compressor Oils) สารเยือกแข็ง (CFC-12) และ Polyurethane Foaming Agent (CFC-11) ● ส่วนอื่นๆ ประกอบด้วย รีเลย์ที่มีส่วนผสมของปรอท (mercury relays) หรืออาจจะมีตัวเก็บประจุ ประกอบด้วย Polychlorinated Biphenyl (PCBs) คอมเพรสเซอร์พลาสติก แก้ว สายไฟ อุปกรณ์เสริมอื่นๆ	● สารทำความเย็น (คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC)) ● ฉนวนกันความร้อน (โพลี ยูรีเธนโฟม)
10. เครื่องฉายภาพ (LCD Projector)	● แก้วทั้งด้านนอกและด้านในของหลอดภาพ LCD (รุ่นเก่าใช้หลอด CRT) ● เหล็กยึดและเหล็กควบคุมรังสี ● สารฉาบเรืองแสง ● ปืนอิเล็กตรอนทำจากแก้ว ● เหล็กกล้าไร้สนิม PCB (Printed Circuit Board) ● พลาสติกครอบ ถ้าพิจารณาจากวัสดุ/องค์ประกอบหลักที่แยกได้ คือ พลาสติก ABS ร้อยละ 33 เหล็ก ร้อยละ 24 พลาสติก PS ร้อยละ 14 อะลูมิเนียม ร้อยละ 13 แก้วและกระจก ร้อยละ 7	หลอดไฟ (lamp) ซึ่งมีส่วนผสมของปรอทและจอ LCD

สารอันตรายที่เกิดจากขยะอิเล็กทรอนิกส์และผลกระทบต่อสุขภาพ

เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์นั้นมีโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนประกอบอยู่ในชิ้นส่วนต่างๆ เช่น แผงวงจร โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ แบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น สามารถจำแนกสารอันตรายที่อยู่ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้ดังนี้

โลหะหนัก

1. ตะกั่ว (Lead) เป็นส่วนประกอบในการบัดกรีแผ่นวงจรพิมพ์ หลอดภาพรังสีแคโทด (CRT) แบตเตอรี่ เป็นต้น ตะกั่วมีความเป็นพิษสูงต่อคนและสัตว์ การได้รับพิษตะกั่วเรื้อรังจะส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและสมอง ทำให้มีอาการหงุดหงิดง่าย กระวนกระวาย ซึม เวียนศีรษะ เดินเซหกล้มง่าย นอนไม่หลับ บุคลิกเปลี่ยนแปลง ความจำเสื่อม ในรายที่เป็นรุนแรงอาจมีอาการสั่นเวลาเคลื่อนไหว ชักหมดสติ และเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อระบบประสาทส่วนปลายและกล้ามเนื้อ ระบบทางเดินอาหาร ระบบโลหิต ระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบโครงสร้าง โดยตะกั่วจะไปสะสมที่กระดูก ระบบสืบพันธุ์ นอกจากนี้สารตะกั่วยังจัดว่าเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งกลุ่ม 2A (IARC, 2006) อีกด้วย

2. แคดเมียม (Cadmium) เป็นส่วนประกอบในแผ่นวงจรพิมพ์ ตัวต้านทาน และหลอดภาพรังสีแคโทด เป็นต้น แคดเมียมสามารถสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมและมีความเป็นพิษสูง พิษเฉียบพลันเกิดจากการสูดไอของโลหะแคดเมียมเข้าไป ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ ระยะยาวแคดเมียมจะไปสะสมที่กระดูก ทำให้กระดูกผุ เมื่อได้รับแคดเมียมสะสมมากๆ จะสังเกตเห็นวงสีเหลืองที่โคนของซี่ฟัน ซึ่งจะขยายขนาดขึ้นเรื่อยๆ จนอาจเต็มซี่ ถ้าขนาดของวงยิ่งกว้างและสียิ่งเข้มแสดงว่ามีแคดเมียมสะสมมาก แคดเมียมออกไซด์ถูกจัดเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ นอกจากนั้นยังทำอันตรายต่อไต ทำให้สูญเสียประสาทการรับกลิ่น และทำให้เกิดโลหิตจาง ถ้าได้รับปริมาณมากระยะสั้นๆ จะมีอาการไข้ ปวดศีรษะ อาเจียน อาการนี้อาจเป็นได้นานถึง 20 ชั่วโมง แล้วตามด้วยอาการเจ็บหน้าอกและไอรุนแรง

3. ปรอท (Mercury) พบในหลอดฟลูออเรสเซนต์ และจอ LCD (liquid crystal display) ปรอทเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำสามารถระเหยกลายเป็นไอและแขวนลอยอยู่ในอากาศได้และตกตะกอนลงสู่ดินและแหล่งน้ำเมื่อฝนตก ทำให้ปรอทสามารถเคลื่อนย้ายไปได้ไกลในสิ่งแวดล้อม สารปรอทนั้นเมื่ออยู่ในดินจะถูกเปลี่ยนเป็น methylmercury โดยแบคทีเรียในดิน ซึ่งสามารถสะสมที่ไขมันในร่างกายได้เป็นเวลานาน พิษของปรอทมีตั้งแต่เล็กน้อยจนถึงรุนแรงและอาจเสียชีวิต โดยอาจทำให้เกิดอาการใจสั่น นอนไม่หลับ ปวดศีรษะ ตาพร่ามัว เดินเซ พูดไม่ชัด อ่อนเพลีย และอาจทำลายระบบประสาท ส่งผลต่อการเรียนรู้ กระบวนการคิด ความจำ สมาธิ และการสื่อสาร เราสามารถได้รับพิษจากปรอทผ่านทางห่วงโซ่อาหาร โดยการรับประทานปลาที่มีสารปรอทสะสม กรณีสตรีมีครรภ์รับประทานปลาที่มีการสะสมของสารปรอทอาจส่งผลต่อพัฒนาการของทารกในครรภ์ และยังพบว่าปรอทจะถูกสะสมอยู่ในน้ำนมแม่ด้วย หากร่างกายมีการสะสมของสารปรอทในปริมาณสูงจะส่งผลต่อไต ระบบทางเดินหายใจ และอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้

4. โครเมียม (Chromium) ใช้ผสมกับโลหะทำให้เกิดความแข็งแรง มีความเหนียวทนทาน ทำให้โลหะไม่เป็นสนิมทนต่อการผุกร่อน การสูดหายใจเอาฝุ่นละอองหรือควันของกรดโครมิคจะทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ แผ่นกั้นระหว่างจมูกซึ่งเป็นกระดูกอ่อนถูกทำลาย โครเมียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นไตรวาเลนท์โครเมียม (trivalent chromium) ซึ่งสามารถจับกับโปรตีนส่งผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย สารประกอบเฮกซะวาเลนท์โครเมียม (hexavalent chromium) ทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้ดีเอ็นเอถูกทำลาย การได้รับสารเฮกซะวาเลนท์โครเมียมจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง เป็นโรคหอบหืด โรคระบบทางเดินหายใจ

ทำให้เยื่อแก้วหูเป็นรู ปอด ตับ ไต ลำไส้ถูกทำลาย มีอาการบวมน้ำ เจ็บแถวกระบังลมหรือลิ้นปี่ ทำให้ฟันเปลี่ยนสี และอาจทำให้เกิด pulmonary congestion หากได้รับเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดโรคมะเร็ง การสัมผัสกับฝุ่นละอองหรือสารละลายของกรดโครมิคจะทำให้ผิวหนังอักเสบ และทำให้เกิดโรคมะเร็งปอดได้

5. เบริลเลียม (Beryllium) พบในแผงวงจร (motherboard) และคอนเนคเตอร์ (connector) ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์โดยเฉพาะมะเร็งปอด สารนี้ก่อให้เกิดการระคายเคืองของเยื่อเมือกในระบบทางเดินหายใจ ไอ หายใจลำบาก เป็นไข้ ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ หากสัมผัสจะทำให้เกิดแผลที่ผิวหนังอย่างรุนแรง ทำให้ระบบการทำงานของต่อมไทรอยด์ และต่อมไร้ท่อผิดปกติ สะสมในน้ำนม กระแสเลือด และสามารถถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหารได้ หากได้รับสารนี้อย่างต่อเนื่องจากการสูดดมอาจก่อให้เกิดโรค Berylliosis คือ จะมีอาการพองลมในเนื้อเยื่อหรือถุงลมซึ่งผิดปกติ การสร้างหรือเกิดเนื้อเยื่อ เส้นใยมากผิดปกติในปอด ซึ่งบางครั้งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตได้

6. สารหนู (Arsenic) ใช้ในแผงวงจรไฟฟ้าของโทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์ สารหนูทำลายระบบประสาท ผิวหนัง และระบบย่อยอาหาร หากได้รับปริมาณมากอาจทำให้ถึงตายได้ พิษของสารหนูมีทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute Toxicity) และเรื้อรัง (Chronic Toxicity) อาการพิษเฉียบพลัน ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ/อวัยวะที่สัมผัสกับสารหนู และอาจทำให้คลื่นไส้อาเจียนเป็นตะคริว กล้ามเนื้อเกร็ง อาการแทรกซ้อนเกี่ยวกับการทำงานของหัวใจ และเสียชีวิตจากการทำงานล้มเหลวของหัวใจ อาการพิษเรื้อรัง เกิดจากการได้รับสารหนูติดต่อกันเป็นเวลานาน สารนี้จะทำให้เกิดแผลเป็นหรือเป็นรูที่ช่องจมูก ผิวหนังหนาขึ้น มีรอยด่างดำที่ผิวหนัง อาจมีเส้นสีขาวบนเล็บ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอาการชาตามปลายมือปลายเท้า มีความรู้สึกแสบร้อน มีอาการอ่อนเพลีย ของแขนขา เกิดอาการนูนบวมแข็ง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนัง อาจก่อให้เกิดมะเร็งปอด รวมทั้งมีผลต่อทารกในครรภ์ และมีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์

7. แบเรียม (Barium) ใช้ในแผ่นหน้าของหลอดรังสีแคโทด เป็นสารที่มีผลต่อสมองทำให้สมองบวม กล้ามเนื้ออ่อนล้า ทำลายหัวใจ ตับ และม้าม

8. พลวง (Antimony) ใช้เป็นสารหน่วงการติดไฟในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด ความเป็นพิษคล้ายกับสารหนู (arsenic) พิษเฉียบพลัน จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อกระเพาะอาหาร ลำไส้ คลื่นไส้อาเจียน และท้องร่วง พิษเรื้อรังจะมีอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คลื่นไส้ ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ ตับอาจถูกทำลาย นอกจากนี้อาจมีอาการทางผิวหนัง ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของผิวหนัง ทำให้หนังด้าน

9. สารหน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีน (Brominated flame retardants) ถูกใช้เป็นส่วนผสมในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เพื่อทำให้การติดไฟช้าลงในกรณีที่เกิดไฟไหม้ พบมากในแผงวงจร สายเคเบิล และพลาสติกหุ้มอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ polybrominated biphenyls (PBBs) และ polybrominateddiphenyl ethers (PBDEs) เป็นสารที่มีพิษ สามารถสะสมได้ในสิ่งมีชีวิต ในน้ำนม และกระแสเลือด สามารถถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหารได้ โดยสารนี้จะไปรบกวนการทำงานของระบบประสาท สมอง ต่อมไร้ท่อ และฮอร์โมน ยับยั้งการทำงานของไทรอยด์ฮอร์โมน ส่งผลต่อพัฒนาการของทารกในครรภ์ และมีรายงานว่าจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งระบบทางเดินอาหารและต่อมน้ำเหลืองด้วย

10. อะลูมิเนียม (Aluminium) เมื่อสูดดม สัมผัส หรือกินเข้าไปจะเกิดการระคายเคือง

11. นิกเกิล (Nickel) ฝุ่นนิกเกิลถูกจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง และอาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งปอดในสัตว์ทดลอง และอาจมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ผลเรื้อรังจากการสัมผัสนิกเกิล ได้แก่ การแพ้ของผิวหนัง ซึ่งประกอบด้วย การมีแผลไหม้ คัน เป็นผื่นแดง มีอาการแพ้ของปอด คล้ายการเป็นหอบหืดและแน่นหน้าอก

สารชนิดอื่นๆ

1. โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) เป็นพลาสติกที่ใช้ในชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นฉนวนหุ้มสายไฟและสายเคเบิ้ลต่างๆ ในการผลิต การเผาพลาสติก PVC (เผาในเตาหรือเผาแบบทั่วไป) จะทำให้เกิดสารไดออกซินคลอไรด์และสารฟิวแรนซึ่งตกค้างและสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมยาวนาน และมีความเป็นพิษสูงแม้ในความเข้มข้นที่ต่ำ

2. โพลีคลอริเนตไบฟีนิล (Polychlorinated biphenyls, PCBs) ใช้เป็นสารหน่วงการติดไฟชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิต PVC เป็นสารพิษตกค้างยาวนานและสะสมคงทนในร่างกาย อาจทำให้เกิดอาการเรื้อรัง ได้แก่ เหนื่อยล้า เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน และเกิดอาการบวมที่แขนขา ต่อมาจะเกิดฝีและตุ่มเล็กๆ ที่ผิวหนัง ผิวหนังบริเวณหน้า คอ และช่วงบนของลำตัวจะหยาบและหนา เปลือกตาบวม นอกจากนี้ยังอาจทำลายระบบประสาท ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์และระบบภูมิคุ้มกัน และอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้

3. ไตรฟีนิลฟอสเฟต (Triphenylphosphate,TPP) เป็นสารหน่วงการติดไฟในกลุ่มออร์แกโน-ฟอสฟอรัส (Organophosphorus) ใช้ในการผลิตเคสของจอคอมพิวเตอร์ สารนี้ทำให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนัง และมีรายงานว่ารบกวนการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน

4. โนนิลฟีนอล (Nonylphenol, NP) เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด สะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร ทำให้ดีเอ็นเอและการทำงานของสเปิร์มในคนเสียหาย

5. โพลีคลอริเนทเต็ดแนฟทาลีน (Polychlorinated naphthalenes, PCNs) ใช้ในการเคลือบสายไฟเพื่อเพิ่มความเป็นฉนวน ใช้เป็นสารเติมแต่งในยางและพลาสติก และใช้เป็นสารหน่วงการติดไฟ ส่งผลต่อผิวหนัง ตับ ระบบประสาท และระบบสืบพันธุ์

6. สารทำความเย็น การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ จมูก คอ ทำให้ปวดศีรษะ สั่น หัวใจเต้นเร็ว หัวใจล้มเหลว อาจทำให้เสียชีวิตได้ การสัมผัสถูกผิวหนัง จะทำให้เกิดการระคายเคือง มีอาการชา เนื่องจากความเย็น หากมีการกลืนเข้าไป จะทำให้ปวดศีรษะ และหมดสติได้

บทที่ 3

แนวทางการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันความเป็นอยู่ของมนุษย์มีโอกาสที่จะสัมผัสสารต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพ รวมทั้งโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากการปนเปื้อนของบรรยากาศ น้ำ และดิน จากสารเคมีต่างๆ หรือกากของเสียจากอุตสาหกรรม ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังทางด้านสิ่งแวดล้อมนั้น ต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ในสภาพแวดล้อมนั้นมีการปนเปื้อนของสารเคมีหรือไม่ และจำนวนของการเจ็บป่วย การเฝ้าระวังจะต้องพิจารณาถึงการสัมผัสสาร ทิศทางที่ได้รับสาร ขนาดของปัญหาที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม การเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านสุขภาพ และทางด้านสิ่งแวดล้อม

การเฝ้าระวังทางด้านสิ่งแวดล้อม

การเฝ้าระวังทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental surveillance) เป็นกิจกรรมการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง มีระบบวิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และการกระจายข้อมูลข่าวสารให้ผู้เกี่ยวข้องทราบเพื่อนำไปสู่การควบคุมป้องกันโรคที่อาจเกิดจากสิ่งแวดล้อมต่อไป อาจกล่าวได้ว่าการเฝ้าระวัง ครอบคลุมถึงการเก็บข้อมูลที่ได้จากการตรวจติดตามทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental monitoring) หรือด้านชีวภาพ (biological monitoring) รวมทั้งผลที่ได้จากการสำรวจ และการตรวจคัดกรองด้วย

รูปแบบของการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม

1. การเฝ้าระวังสิ่งคุกคามหรือเฝ้าระวังระดับของสิ่งคุกคามในสภาพแวดล้อม (Hazard surveillance) เป็นการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมเพื่อติดตามดูระดับ หรือลักษณะของสิ่งคุกคามที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจจะดำเนินการโดยการวัดปริมาณของสิ่งคุกคามในสิ่งแวดล้อมโดยตรง เช่น การวัดปริมาณสารเคมีในอากาศ ผลเหล่านี้จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการควบคุมและป้องกันปัญหาทางสุขภาพได้

2. การเฝ้าระวังการรับสัมผัส หรือเฝ้าระวังในคนก่อนป่วย (Exposure surveillance)

3. การเฝ้าระวังโรค (Disease or Adverse health effect surveillance)

หมายถึง การเฝ้าระวังเกี่ยวกับสุขภาพ โรคภัยไข้เจ็บของประชาชน แหล่งข้อมูลที่นำมาประกอบในการวิเคราะห์สถานการณ์ ได้แก่ ข้อมูลจากการรายงานการวินิจฉัยโรคโดยแพทย์ที่มีการรายงานตามระบบรายงานของสำนักระบาดวิทยา ข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ ข้อมูลการตรวจทางชีวภาพ ข้อมูลใบมรณะบัตร หรือข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพจากสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม

1. การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำอุปโภคบริโภค เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ ดังพารามิเตอร์ที่ปรากฏอยู่ในประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2553 ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง สี ความขุ่น ความกระด้าง สารละลายทั้งหมด เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว โครเมียม แคดเมียม สารหนู ปรอท นิกเกิล ไซยาไนด์ ซัลเฟต คลอไรด์ ไนเตรท ฟลูออไรด์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์ม

1.2 การเก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของดิน พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ สารหนู โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ปรอท นิกเกิล ซีลีเนียม

1.3 การเก็บตัวอย่างอากาศ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในฝุ่นละออง

1.4 การเก็บตัวอย่างอาหาร เพื่อวิเคราะห์หาการปนเปื้อนสารอันตรายในอาหาร พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ดีบุก สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว สารหนู ปรอท

2. การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล โดยนำผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่างๆ

3. จัดทำฐานข้อมูลด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม

4. การเผยแพร่/รายงานข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ

5. หากพบว่าพารามิเตอร์ใดมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ให้ร่วมกันหาแนวทางในการดำเนินการป้องกันแก้ไขปัญหาต่อไปและควรมีการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง

บทที่ 4

แนวทางการเฝ้าระวังทางสุขภาพ

การเฝ้าระวังทางสุขภาพ เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการกระจายและแนวโน้มของอุบัติการณ์ของปัญหาสุขภาพ ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องเฝ้าระวังอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง มีการวิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และเผยแพร่ข้อมูลให้ประชาชนทราบอย่างสม่ำเสมอ การเฝ้าระวังทางสุขภาพ สามารถดำเนินการได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การเฝ้าระวังเชิงรุก (Active Surveillance) เป็นการเฝ้าระวังโดยผู้ศึกษาเข้าไปสำรวจติดตามค้นหาโรค หรือปัญหาที่ทำการเฝ้าระวังในพื้นที่ด้วยตนเอง เช่น การตรวจสุขภาพ การตรวจเลือด การตรวจปัสสาวะ เป็นต้น เพื่อเก็บข้อมูล และนำไปวิเคราะห์ การเฝ้าระวังรูปแบบนี้จะได้ข้อมูลปฐมภูมิ

2. การเฝ้าระวังเชิงรับ (Passive Surveillance) เป็นการเฝ้าระวังโดยการรวบรวมข้อมูลหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยอาจรวบรวมจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โรงพยาบาล หรือหน่วยงานต่างๆ ในพื้นที่ การเฝ้าระวังแบบนี้มักได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน และจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล การเฝ้าระวังรูปแบบนี้จะได้ข้อมูลทุติยภูมิ

ขั้นตอนการเฝ้าระวังทางสุขภาพ

1. ดำเนินการเฝ้าระวังเชิงรับ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ

2. ดำเนินการเฝ้าระวังเชิงรุก โดยการตรวจสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เสี่ยง อาจมีการใช้แบบสอบถาม การตรวจเลือด และการตรวจปัสสาวะด้วย เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสุขภาพที่เกิดขึ้นต่อไป

3. จัดทำฐานข้อมูลด้านสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เสี่ยง และจัดทำแผนที่ชุมชนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมกับผลกระทบทางสุขภาพ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนติดตามเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพต่อไป

4. การเผยแพร่/รายงานข้อมูลผลการตรวจสุขภาพให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ

5. หากพบว่าพารามิเตอร์ใดมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ให้ร่วมกันหาแนวทางในการดำเนินการป้องกันแก้ไขปัญหาต่อไป และควรมีการตรวจวัดสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงเป็นประจำ

ช่องทางการรับสัมผัส

ช่องทางของการสัมผัส สำหรับกรณีของสิ่งคุกคามทางเคมีและชีวภาพ มี 3 ช่องทางหลัก คือ ทางการหายใจ ทางการกิน และทางผิวหนัง

- ทางการหายใจ (inhalation) คือ การสูดดมเอาสารเคมีที่อยู่ในรูป แก๊ส ละออง หรือฝุ่นขนาดเล็กเข้าทางจมูก ผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจ ผ่านโพรงจมูก กล่องเสียง หลอดลม และปอดตามลำดับ ในกรณีของสิ่งคุกคามทางชีวภาพ เชื้อโรคที่เป็นอนุภาคแขวนลอยอยู่ในอากาศ ก็สามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินหายใจนี้ได้เช่นกัน การสัมผัสทางการหายใจ เป็นช่องทางการสัมผัสสิ่งคุกคามจากการทำงานที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด
- ทางการกิน (ingestion) คือ การได้รับสารเคมีหรือเชื้อโรคเข้าทางปาก ไม่ว่าจะโดยตั้งใจหรือบังเอิญก็ตาม ในกรณีของโรคจากการทำงาน ส่วนใหญ่การสัมผัสทางการกินจะเกิดขึ้นโดยบังเอิญ เช่น สารเคมีเปื้อนมือของคนทำงาน แล้วคนทำงานใช้มือหยิบอาหารเข้าปากโดยไม่ได้ล้างมือ หรือใช้มือที่เปื้อนสารเคมีหยิบบุหรี่ขึ้นมาสูบ เป็นต้น
- ทางผิวหนัง (skin absorption) คือ การที่สารเคมีซึมผ่าน หรือเชื้อโรคแทรกผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกาย สารเคมีบางชนิด เช่น ตัวทำละลาย ยาฆ่าแมลงบางชนิด มีคุณสมบัติซึมผ่านผิวหนังได้ดี ทำให้เกิดความเป็นพิษขึ้นได้แม้มีการสัมผัสเพียงเล็กน้อย

ตัวอย่างการเฝ้าระวังทางด้านสุขภาพ

1) ตะกั่ว

การตรวจหาปริมาณตะกั่วในร่างกาย

ทำได้โดยตรวจหาระดับตะกั่วในเลือด และปัสสาวะ หรือ ตรวจปริมาณ delta-ALA และ Coproporphyrin ในปัสสาวะ โดยเทียบกับระดับที่ยอมให้มีได้ของบุคคลปกติ

ตารางแสดงระดับที่ยอมให้มีได้และระดับที่เป็นพิษของตะกั่วในเลือดและปัสสาวะ

ระดับตะกั่ว	ระดับที่ยอมให้มีได้	ระดับเริ่มเป็นพิษ (ยังไม่แสดงอาการทางคลินิก)	ระดับแสดงอาการพิษ (แสดงอาการทางคลินิก)
ระดับตะกั่วในเลือด (หน่วย µg/100 ml)	10-20	40	70
ระดับตะกั่วในปัสสาวะ (หน่วย µg/l)	10-70	100	200-400
coproporphyrin (หน่วย µg)	80 /ปริมาณปัสสาวะ 1 วัน	200 /ปัสสาวะ 1 ลิตร	600 /ปัสสาวะ 1 ลิตร
delta-ALA (หน่วย mg/ปริมาณปัสสาวะ 1 วัน)	2-3	5-10	10-20

ที่มา : http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=41

เกณฑ์การวินิจฉัย

- ถ้าระดับตะกั่วในเลือดสูงมากกว่า 60 µg/dl และมีอาการให้วินิจฉัยว่าเป็นโรคพิษตะกั่ว
- ถ้าระดับตะกั่วในเลือดสูงมากกว่า 60 µg/dl และทดสอบ EDTA เป็นผลบวก ให้วินิจฉัยเป็นโรคพิษตะกั่ว
- ถ้าระดับตะกั่วในเลือด 10 – 14 µg/dl ตรวจเลือดซ้ำและให้ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยง
- ถ้าระดับตะกั่วในเลือด 20 – 44 µg/dl ส่งต่อให้สถานพยาบาลเพื่อทำการประเมินซ้ำและดูแลรักษา
- ถ้าระดับตะกั่วในเลือด 45 – 69 µg/dl ส่งต่อให้สถานพยาบาลเพื่อทำการประเมินซ้ำและดูแลรักษา ให้ยาขับพิษตะกั่ว succimer
- ถ้าระดับตะกั่วในเลือดมีค่าตั้งแต่ 70 µg/dl ขึ้นไป ส่งรักษาตัวในโรงพยาบาลและรีบให้ยาขับพิษตะกั่ว
- หากพบปัญหาระดับตะกั่วสูงในเด็กต้องค้นหาสาเหตุและแก้ไขปัญหาตะกั่วในสิ่งแวดล้อม

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ (ตรวจในเลือด ปัสสาวะ ฯ)

ตรวจระดับตะกั่วในเลือด โดยระดับปกติในประชากรทั่วไปที่ไม่ได้สัมผัสตะกั่วจะน้อยกว่า 5 µg/dl ระดับตะกั่วในเลือด 5 – 25 µg/dl จะมีผลต่อการพัฒนาสมองของเด็ก และหากมีการสัมผัสระยะยาวอาจทำให้ความจำไม่ดีได้ในผู้ใหญ่ ระดับตะกั่วในเลือด 25 – 60 µg/dl จะทำให้ปวดหัว สมาธิสั้น โลหิตจาง และระบบประสาทเริ่มทำงานช้าลง ระดับตะกั่ว 60 – 80 µg/dl อาจจะทำให้มีอาการทางระบบทางเดินอาหารและไตได้ ระดับตะกั่วมากกว่า 80 µg/dl จะมีอาการปวดท้อง ไตอักเสบ และมีภาวะซึม ชัก โคม่าได้

การตรวจเพื่อเฝ้าระวังการสัมผัส

การตรวจระดับตะกั่วในเลือดสามารถตรวจเวลาใดก็ได้ ค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 0.3 µg/ml (สตรีมีครรภ์ควรควบคุมไม่ให้ตะกั่วในเลือดมีค่าเกิน 0.1 µg/ml)

2) แคดเมียม

เกณฑ์การวินิจฉัย

1. มีอาการและอาการแสดงของโรคชัดเจน
   - อาการเฉียบพลัน อาการปอดอักเสบ ไตวาย พบโปรตีนในปัสสาวะ
   - อาการในระยะเรื้อรัง osteomalacia หลอดลมโป่งพอง ซีด ไม่ได้กลิ่น มะเร็งปอด
2. มีประวัติการสัมผัส โดยทำงานที่มีการสัมผัสแคดเมียมความเข้มข้นสูงเป็นเวลานาน

3. มีการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อแสดงอาการของโรค หรือแสดงว่ามีการสัมผัส เช่น ตรวจแคดเมียมในปัสสาวะพบ beta – 2 – macroglobulin ซึ่งในปัสสาวะของคนงานที่ได้รับแคดเมียมเป็นเวลานานเกิน 750 µg/g Creatinine บ่งบอกว่าไตมีการทำงานผิดปกติจากพิษของแคดเมียม หรือระดับแคดเมียมในเลือดตั้งแต่ 10 µg/ml ถือว่าเป็นระดับที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย โดยเฉพาะถ้าสัมผัสกับแคดเมียมเป็นเวลานาน จึงควรมีมาตรการควบคุมป้องกันคนงานที่สัมผัสกับแคดเมียมเป็นเวลานานที่มีระดับของแคดเมียมในเลือดสูงกว่า 5 µg/ml

4. มีข้อมูลสิ่งแวดล้อมสนับสนุนว่ามีความเข้มข้นของแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ (ตรวจในเลือด ปัสสาวะ ฯ)

- ขึ้นกับประวัติการสัมผัสและอาการของผู้ป่วยในขณะนั้น ทั้งอาการทางการหายใจ และอาการทางระบบทางเดินอาหาร

- การตรวจจำเพาะ ระดับแคดเมียมในเลือด (whole blood cadmium) ยืนยันการสัมผัสสาร ค่าปกติไม่เกิน 1 µg/L แคดเมียมปริมาณน้อยมากจะถูกขับมาในปัสสาวะ จนกว่าแคดเมียมที่ถูกจับ โดย metallothionein ในไตจะเกินและเกิดการทำลายไตเกิดขึ้น แคดเมียมในปัสสาวะค่าปกติไม่เกิน 1 µg/g Creatinine การตรวจวัดไมโครอัลบูมินในปัสสาวะ (beta-microglobulin, retinol-binding protein, albumin, metallothionein) ใช้ในการติดตามผลจากความเป็นพิษของแคดเมียมที่ไต

- การตรวจอื่นๆ เช่น การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC), เกลือแร่ในเลือด (serum electrolyte), glucose, BUN, creatinine, ค่าออกซิเจนในเลือดแดง (arterial blood gas) หรือ oximetry และการตรวจภาพรังสีปอด (CXR) สั่งตรวจตามอาการ

การเฝ้าระวังทางการแพทย์

การตรวจดูระดับโปรตีนในปัสสาวะ (beta - 2 - microglobulin) เป็นการตรวจที่ไวที่สุดของการเฝ้าระวังพิษจากแคดเมียม

3) ปรอท

เกณฑ์การวินิจฉัย

1. มีอาการแสดงของโรคชัดเจน เช่น อาการของสารปรอทอนินทรีย์ ได้แก่ การหายใจลำบาก สั่น อารมณ์แปรปรวน ปัสสาวะมีโปรตีนรั่ว หรือไตวาย อาการของสารปรอทอินทรีย์ ได้แก่ อารมณ์แปรปรวน สั่น ตัวแข็ง ชา การมองเห็น และการได้ยินผิดปกติ เป็นต้น

2. มีประวัติการสัมผัส โดยทำงานที่มีการสัมผัสสารปรอทและสารประกอบของปรอทที่มีความเข้มข้นสูงเกินค่าที่กำหนด

3. มีการตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยสารปรอทในปัสสาวะหรือในเลือดสำหรับปรอทอนินทรีย์ไม่ควรมีค่าสูงกว่า 35 µg/g Creatinine หรือในเลือดไม่ควรมีค่าสูงกว่า 15 µg/l ตรวจระบบประสาทด้วยเครื่อง EMG หรือ NCV พบมีความผิดปกติ ตรวจปัสสาวะพบ macroglobulin เป็นต้น

4. มีข้อมูลสิ่งแวดล้อมสนับสนุนว่ามีความเข้มข้นของสารปรอทและสารประกอบของปรอทเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

5. มีข้อมูลทางระบาดวิทยาของเพื่อนร่วมงานสนับสนุน

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ (ตรวจในเลือด ปัสสาวะฯ)

- ปรอทบริสุทธิ์ (Elemental mercury) และปรอทอนินทรีย์ (Inorganic mercury) การตรวจตัวบ่งชี้การสัมผัส (biomarker) ที่นิยม คือ ตรวจระดับปรอทในเลือดและในปัสสาวะ การตรวจในเลือดจะบ่งบอกถึงการสัมผัสในระยะสั้น (recent exposure) ส่วนการตรวจในปัสสาวะจะบอกถึงการสัมผัสในระยะยาว (long-term exposure) การตรวจในเลือดจึงเหมาะที่จะใช้ดูหลังการสัมผัสทันทีหรือไม่เกิน 2 – 4 วัน สำหรับการตรวจในปัสสาวะจะบ่งชี้กรณีสัมผัสในระยะยาว จึงเหมาะที่จะใช้ตรวจผู้ที่สัมผัสแบบเรื้อรัง

- การใช้โลหะอุดฟันที่เป็น amalgam จะมีผลทำให้ระดับปรอทในเลือดและในปัสสาวะสูงกว่าคนที่ไม่ได้อุดฟันด้วยโลหะชนิดนี้ การกินปลาที่มี methylmercury ปนเปื้อน จะทำให้ระดับปรอทในเลือดสูงขึ้น แต่จะไม่รบกวนระดับปรอทในปัสสาวะ เมื่อตรวจระดับปรอทจึงควรสอบถามปัจจัยรบกวนเหล่านี้ด้วย โดยทั่วไประดับปรอทในเลือดของคนทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสสารปรอท ไม่มีโลหะอุดฟัน และกินปลาน้อยกว่า 3 ครั้ง/เดือน จะอยู่ที่ 2 µg/l ส่วนระดับปรอทในปัสสาวะของคนทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสสารปรอท และไม่มีโลหะอุดฟัน จะอยู่ที่ 1.4 µg/l (1µg/g Cr)

- ปรอทอินทรีย์ (Organic mercury) การตรวจที่ช่วยบ่งบอกการสัมผัสสารปรอทอินทรีย์ คือ การตรวจปรอทในเลือดและเส้นผม อาการพิษเรื้อรังของปรอทอันดับแรก คือ อาการชา จะเกิดขึ้นเมื่อระดับปรอทในเลือดเกิน 200 µg/l และในเส้นผมเกิน 50 µg/g ดังนั้นจึงมีการแนะนำว่าระดับในเลือดที่ใช้เฝ้าระวังผู้ที่สัมผัสปรอทอินทรีย์น่าจะไม่ควรเกิน 10 µg/100 ml ส่วนการตรวจระดับปรอทในปัสสาวะนั้นไม่มีประโยชน์ในการใช้ประเมินการสัมผัสปรอทอินทรีย์

- การตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่นที่ช่วยในการประเมินผู้ป่วยกรณีที่เกิดพิษปรอทจากการสูดดมแบบเฉียบพลัน คือ การตรวจภาพถ่ายรังสีทรวงอก (Chest X-ray) กรณีเป็นพิษรุนแรง การตรวจดูการทำงานของไต (BUN, creatinine) การตรวจระดับเกลือแร่ (electrolyte) และการตรวจระดับแก๊สในเลือด (arterial blood gas) กรณีสัมผัสเรื้อรังและอาการเป็นพิษต่อไตไม่ชัดเจน อาจตรวจดูระดับ β–2microglobulin หรือ microalbuminuria เพื่อดูความผิดปกติของไตในระยะเริ่มแรกได้ กรณีสัมผัสปรอทอินทรีย์ อาจทำให้หูหนวกและลานสายตาแคบลง ดังนั้นควรตรวจการได้ยินและลานสายตาตามอาการของผู้ป่วย

การเฝ้าระวังทางการแพทย์

ตรวจสุขภาพประจำปีในคนที่สัมผัสสารปรอทควรเน้นตรวจระบบประสาท การทำงานของไต และระดับปรอทในปัสสาวะ

4) โครเมียม

เกณฑ์การวินิจฉัย

1. มีอาการแสดงของโรคชัดเจน ได้แก่ อาการไซนัสอักเสบ ที่กั้นจมูกทะลุ อาการแพ้ผิวหนังอักเสบหรือเป็นแผล หลอดลมอักเสบ หอบหืด มะเร็งปอด

2. มีประวัติการสัมผัสโดยทำงานที่มีการสัมผัสโครเมียมและสารประกอบของโครเมียม มีการตรวจทางห้องปฏิบัติการแสดงอาการของโรคหรือแสดงว่ามีการสัมผัสตรวจพบ beta - 2- macroglobulin ในปัสสาวะ การตรวจพบโครเมียมในปัสสาวะแสดงว่าร่างกายได้รับสารโครเมียม คือ ในปัสสาวะ 24 ชั่วโมง มีระดับสูงเกิน 10 µg/g Creatinine หรือในปัสสาวะขณะอยู่ในกะงาน มีระดับเกิน 10 µg/g Creatinine

3. มีข้อมูลสิ่งแวดล้อมสนับสนุนว่ามีความเข้มข้นของสารโครเมียมเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

4. มีข้อมูลทางระบาดวิทยาของเพื่อนร่วมงานสนับสนุน

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ (ตรวจในเลือด ปัสสาวะฯ)

การตรวจหาปริมาณสาร โครเมียม สามารถตรวจใน whole blood และปัสสาวะของผู้ป่วยที่ได้รับโครเมียม หรือสงสัยว่ามีการสัมผัสสาร โครเมียม ที่เป็นพิษ เพื่อช่วยในการติดตามการรักษาของแพทย์ สิ่งสำคัญในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม คือ การปนเปื้อนของโครเมียมในตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ รวมถึงการเลือกใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ เนื่องจากปริมาณโครเมียมที่ทำการตรวจวิเคราะห์มีปริมาณน้อยมาก ดังนั้นอุปกรณ์ทั้งหมดในการเก็บตัวอย่างและในการวิเคราะห์ต้องผ่านการแช่ด้วย 20 % nitric acid อย่างน้อย 1 วัน แล้วจึงนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด (millipore water) อีก 2 – 3 ครั้งก่อนนำมาใช้ ตลอดจนสารเคมีที่ใช้จะต้องเป็น analytical grade ด้วย ระดับ plasma chromium จะบ่งบอกถึงการได้รับโครเมียมทั้ง trivalent chromium และ hexavalent chromium ในระยะเวลาไม่นาน ส่วน intracellular chromium จะบ่งถึง burden of hexavalent chromium ระดับโครเมียมในปัสสาวะจะบ่งถึง absorption of chromium ในระยะเวลา 1 – 2 วัน โดยทั่วไปการตรวจวัดในปัสสาวะ ไม่สามารถแยกระหว่างการสัมผัส trivalent chromium กับ hexavalent chromium ได้

การเฝ้าระวังทางการแพทย์

ผู้ที่สัมผัสโครเมียมควรได้รับการตรวจเอ็กซเรย์ปอดทุกระยะเพื่อการวินิจฉัยมะเร็งปอด การตรวจระดับโครเมียมในปัสสาวะและเลือดไม่สามารถใช้ในการวินิจฉัยโรคได้ บอกได้เพียงว่าร่างกายได้ดูดซึมโครเมียมเข้าสู่ร่างกายเท่านั้น

5) เบริลเลียม

เกณฑ์การวินิจฉัย

เกณฑ์การวินิจฉัยโรคเบริลเลียมแบบเรื้อรัง ได้แก่

- ประวัติการสัมผัสเบริลเลียมอย่างมีนัยสำคัญ
- หลักฐานของโรคทางเดินหายใจส่วนปลาย
- ภาพรังสีทรวงอกผิดปกติ ด้วยการมี interstitial fibronodular disease
- สมรรถภาพปอดผิดปกติด้วยการลดลงของความสามารถในการแพร่ผ่านของคาร์บอนมอนอกไซด์ (decreased carbon monoxide diffusing capacity; DLCO)
- การเปลี่ยนแปลงทางพยาธิวิทยาสอดคล้องกับการสัมผัสเบริลเลียมในปอด หรือต่อมน้ำเหลืองในทรวงอก
- การปรากฏของเบริลเลียมในเนื้อเยื่อ
- โดยดู lymphocyte transformation test (LTT) หรือ lymphocytes จากการทำ bronchoalveolar lavage (BAL) พบว่าการให้ผลบวกในการทดสอบ LTT เป็นตัวบ่งชี้การกระตุ้นภูมิของเบริลเลียม

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ (ตรวจในเลือด ปัสสาวะ ฯ)

- ภาพรังสีทรวงอกของโรคเบริลเลียมแบบเรื้อรังนั้นไม่มีความจำเพาะ และอาจมีความคล้ายคลึงกับที่สังเกตพบในโรค sarcoidosis, idiopathic pulmonary fibrosis, วัณโรคปอด, เชื้อราที่ปอด และโรคปอดจับฝุ่นชนิดอื่นๆ ในระยะแรกของการดำเนินโรค ภาพรังสีทรวงอกอาจพบ granular, nodular หรือ linear densities ความผิดปกติเหล่านี้อาจเพิ่มขึ้น ลดลง หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง ร่วมกับการมีหรือไม่มีพังผืดในเนื้อปอด มักพบความผิดปกติที่ปอดส่วนบน ต่อมน้ำเหลืองขั้วปอดผิดปกติพบได้ประมาณ 1 ใน 3 ของผู้ป่วย โดยมักเป็นทั้ง 2 ข้าง และเป็นร่วมกับการมีร่องรอยของโรคบนเนื้อปอด ภาพรังสีทรวงอกอาจไม่สอดคล้องกับสภาวะทางคลินิก และไม่ได้สะท้อนถึงคุณลักษณะและปริมาณการสัมผัส
- การตรวจสมรรถภาพปอด พบความผิดปกติได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ ความผิดปกติแบบจำกัด, interstitial defect (ปริมาตรปอดปกติ และอัตราความเร็วลมปกติ แต่ลดความสามารถในการแพร่ผ่านของคาร์บอนมอนอกไซด์) และผิดปกติแบบอุดกั้น นอกจากนี้ยังพบว่าบางส่วนมีสมรรถภาพปอดปกติ
- การตรวจทางภูมิคุ้มกันวิทยาในโรคเบริลเลียม โดยดูการเปลี่ยนรูปของ lymphocyte ในเลือดในการตอบสนองต่อการสัมผัสเบริลเลียม (lymphocyte transformation test, LTT) หรือ lymphocytes จากการทำ bronchoalveolar lavage (BAL) พบว่าการให้ผลบวกในการทดสอบ LTT เป็นตัวบ่งชี้การกระตุ้นภูมิของเบริลเลียม
- การทดสอบทางห้องปฏิบัติการอื่นๆ ไม่มีการทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่จำเพาะในโรคเบริลเลียมแบบเรื้อรัง มีการทดสอบทางผิวหนัง “Kveim skin test” ให้ผลลบในโรคเบริลเลียม ขณะที่อาจพบผลบวกใน sarcoidosis ระดับเอนไซม์ angiotensin converting enzyme (ACE) มักปกติในโรคเบริลเลียม แต่มักสูงขึ้นใน active sarcoidosis ได้ถึงร้อยละ 60 ของคนป่วย

การเฝ้าระวังทางการแพทย์

การตรวจร่างกายก่อนจ้างงาน และการตรวจระยะที่คนงานสัมผัสเบริลเลียมและสารประกอบของเบริลเลียม ประเมินด้วยแบบสอบถามอาการทางเดินหายใจ ตรวจภาพรังสีทรวงอก และสมรรถภาพปอดทุกปี สำหรับการตรวจทางภูมิคุ้มกัน เช่น LTT เริ่มมีการนำมาใช้มากขึ้น

6) สารหนู

เกณฑ์การวินิจฉัย

การวินิจฉัยโรคพิษสารหนู

1. มีอาการและอาการแสดงของโรค โดยระยะเฉียบพลันจะมีอาการคลื่นไส้อาเจียน ท้องเสีย เม็ดเลือดแดงแตก ดีซ่าน ช็อก ในระยะเรื้อรังจะมีเมลาโนซิส ปลายประสาทอักเสบ ซีด โรคของหัวใจและเส้นเลือด มะเร็งของผิวหนังและปอด มะเร็งตับชนิด Hepatic angiosarcoma พบ mee's line ที่เล็บมือ เป็นต้น
2. มีประวัติการทำงานสัมผัสสารหนู
3. มีการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่แสดงอาการของโรคหรือแสดงการสัมผัส
4. มีข้อมูลสิ่งแวดล้อมสนับสนุนว่ามีความเข้มข้นของสารหนูเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด
5. มีข้อมูลทางระบาดวิทยาของเพื่อนร่วมงานสนับสนุน

- ค่าปกติของระดับสารหนูในเลือด คือ 10 µg/L แต่เนื่องจากสารหนูในเลือดถูกกำจัดออกได้เร็ว จึงนิยมตรวจระดับสารหนูในปัสสาวะมากกว่า ในคนทั่วไปสามารถตรวจพบระดับสารหนูในปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ได้ในปริมาณน้อยกว่า 10 µg/gCr (เนื่องจากเป็น background exposure จากอาหาร) ผู้ที่สัมผัสสารหนูจากการทำงานในปริมาณ 0.01 mg/m^3 จะมีค่าระดับสารหนูในปัสสาวะประมาณ 50 µg/gCr ส่วนรายที่เป็นพิษเฉียบพลันมักมีระดับสารหนูสูงกว่า 1000 µg/gCr
- ข้อควรระวัง คือ การรับประทานอาหารทะเล อาจทำให้ตรวจพบระดับสารหนูโดยรวม (total arsenic) สูงขึ้นได้ เนื่องจากมีสารประกอบสารหนูอินทรีย์ (ซึ่งไม่มีพิษต่อร่างกาย) ปนอยู่ในอาหารทะเลโดยธรรมชาติ ในกรณีที่ต้องการเจาะจงตรวจระดับสารหนูอนินทรีย์ สามารถส่งตรวจค่า MMA และ DMA (ซึ่งเป็น metabolites ของสารหนูอนินทรีย์) แทนการตรวจ total arsenic ได้
- รายที่เกิดพิษแบบ systemic โดยเฉพาะการรับสัมผัสสารหนูทางการกิน สามารถตรวจพบสารหนูสะสมในเส้นผมหรือเล็บได้
- CBC, blood smear (เพื่อดู basophilic stripling), electrolytes, glucose, BUN, creatinine, liver enzymes, CPK, UA, EKG, x-ray abdomen & chest, nerve-conduction studies, tissue biopsy (เพื่อตรวจหามะเร็ง)

การเฝ้าระวังทางการแพทย์

ตรวจร่างกายทั่วไป ผิวหนัง ตรวจระบบประสาท ส่งตรวจ CBC, UA, BUN creatinine, liver enzyme และสอบถามอาการที่สัมพันธ์กับโรคพิษจากสารหนู

กรณีศึกษาการประเมินความเสี่ยงของสารแคดเมียม

1. การประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification)

ปัจจุบันปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น และสร้างปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งแคดเมียมเป็นส่วนประกอบในแผ่นวงจร ตัวต้านทาน หลอดภาพรังสีแคโทด (CRT) แบตเตอรี่ เป็นต้น การแยกชิ้นส่วนอุปกรณ์โดยวิธีที่ไม่ถูกต้อง อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

กลไกการก่อโรค

การเกิดพิษจากแคดเมียมจะเกิดเมื่อแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายทั้งการกินเข้าสู่ระบบทางเดินอาหาร และการหายใจเข้าสู่ระบบหายใจ ซึ่งการเข้าสู่ร่างกายผ่านทางการหายใจจะทำให้เกิดพิษอย่างน้อย 60 เท่าของการกิน เพราะไอระเหย และฝุ่นอาจจะก่อให้เกิดภาวะปอดอักเสบ (Delayed chemical pneumonitis) และทำให้ปอดบวมน้ำ เลือดออกในปอด ส่วนการกินเข้าเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารจะทำให้ระคายเคืองทางเดินอาหาร และเมื่อถูกดูดซึมแคดเมียมจะรวมตัวกับ metallothionein เกิดการกรองผ่านไต ซึ่งจะเกิดการทำงานของไตผิดปกติ

นอกจากนี้ การสะสมแคดเมียมในร่างกายยังเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้เกิดโรคมะเร็งตามมาหลายชนิดด้วยกัน เช่น มะเร็งปอดจากการหายใจ มะเร็งที่ไต มะเร็งต่อมลูกหมาก เป็นต้น

อาการจากพิษแคดเมียม

1. การสัมผัสกับแคดเมียมโดยตรงทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง และตา

2. การหายใจรับแคดเมียมในปริมาณที่เกินกว่ามาตรฐานจะมีผลเกิดพิษอย่างเฉียบพลัน เกิดอาการไอ หายใจมีเสียงติดขัด ปวดศีรษะ มีไข้ ปอดอักเสบ และปอดบวมน้ำ ภายใน 12 – 24 ชั่วโมง

3. การหายใจรับแคดเมียมเป็นระยะเวลายาวนานจะเกิดการสะสม และเกิดโรคมะเร็งปอดตามมา

4. การกลืนกินจะทำให้เกิดพิษแบบเฉียบพลัน เกิดอาการเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องรุนแรง มีอาการถ่ายเหลว และอาจมีภาวะเลือดปนออกมา เนื่องจากการระคายเคือง และอักเสบของอวัยวะระบบทางเดินอาหาร อาการรุนแรงอาจเกิดการช็อกเนื่องจากขาดน้ำ และไตวายเฉียบพลันเสียชีวิตได้ง่าย

5. การสะสมในร่างกายในระยะยาว จะก่อให้เกิดการสะสมแคดเมียมในกระดูก ทำให้เกิดโรคอิไตอิไต (Itai-itai) ทำให้กระดูกเปราะ หักง่าย มีอาการเจ็บปวดกระดูกทั่วทั้งร่างกาย และเกิดโรคไตเสื่อม

6. แคดเมียมเป็นพิษต่อไตและกระดูก เริ่มจากเกิดความเสียหายที่ท่อไต และทำให้การกรองของหน่วยไตเสียไปเมื่อเป็นมากขึ้นอาจเกิดไตวายได้ ส่วนกระดูกอาจมาจากฤทธิ์ของแคดเมียมโดยตรงหรือเป็นผลต่อเนื่องจากการเสื่อมของไตก็ได้ ตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่บอกได้ว่าร่างกายสะสมแคดเมียมจนถึงจุดที่เป็นอันตรายทั้งต่อไตและกระดูก คือ ระดับของแคดเมียมในปัสสาวะ 0.5-3 µg Cd /g creatinine ซึ่งระดับ 0.5 µg Cd /g Creatinine นี้สามารถพบได้แม้ในคนที่ไม่สูบุหรี่และไม่อยู่ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อน ดังนั้น จึงอาจไม่มีขอบเขตความปลอดภัย (margin of safety) ระหว่างระดับแคดเมียมที่พบในคนทั่วไปกับระดับที่ทำให้เกิดพิษ นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งและอัตราการตายที่สูงขึ้นในผู้ที่สัมผัสแคดเมียมจากสิ่งแวดล้อม

2. การประเมินการรับสัมผัส (Exposure Assessment)

เป็นขั้นตอนการหาขนาดของสิ่งคุกคามที่มนุษย์ได้รับซึ่งเป็นขั้นตอนการประเมินหรือศึกษาถึงมิติของการได้รับปัจจัยเสี่ยงเข้าสู่ร่างกาย (Dimension of exposure) อันประกอบด้วย

- วิถีการเข้าสู่ร่างกายของปัจจัยเสี่ยง (route) : การกิน การหายใจ การดูดซึมผ่านผิวหนัง
- ตัวกลางที่นำพาปัจจัยเสี่ยง (media) : ผลิตภัณฑ์ต่างๆ อากาศ ดิน น้ำ
- ความเข้มข้นของปัจจัยเสี่ยงที่เข้าสู่ร่างกาย (intensity)
- ความถี่ของการได้รับปัจจัยเสี่ยง (frequency)
- ระยะเวลาที่ได้รับปัจจัยเสี่ยง (duration)
- ตารางเวลาของการได้รับปัจจัยเสี่ยง (schedule)
- ลักษณะกลุ่มประชากรที่ได้รับสัมผัส (exposed population and its size)

ทั้งนี้ยังมีความซับซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการประเมินการได้รับสัมผัส ได้แก่ การได้รับสัมผัสสารชนิดหนึ่งจากหลายทาง (Multiple routes of exposure) ปฏิกิริยาต่อกันระหว่างสารเคมี (interaction) และการศึกษาในกลุ่มประชากรที่มีลักษณะพิเศษ เช่น หญิงมีครรภ์ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ป่วยเฉพาะโรค เป็นต้น

ตารางสรุปปัจจัยการได้รับสัมผัส โดย WHO

ปัจจัยในการรับสัมผัส	ค่า	แหล่งอ้างอิง
อัตราการหายใจ	22 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	IPCS (1994)
การดื่มน้ำ	2 ลิตร/วัน	WHO (2008a)
	1.4 ลิตร/วัน	IPCS (1994)
น้ำหนักตัว	60 กิโลกรัม	WHO (2008a)
	64 กิโลกรัม	IPCS (1994)
การกินอาหาร	อาหารสำหรับกลุ่มประเทศ	WHO (2010b)

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการรับสัมผัสทางการกิน

CDI = (Conc.x CR x EF x ED)/(BW.x AT) [mg/kg bw.-day]

CDI = Chronic Daily Intake = ปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ (มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย-วัน)

Conc. = ความเข้มข้นเฉลี่ยของแคดเมียมในน้ำ (1×10^{-5} ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

CR = อัตราการสัมผัส (2 ลิตร/วัน ที่มา WHO (2008a))

EF = Exposure frequency ความถี่ในการสัมผัส (365 วัน/ปี)

ED = Exposure Duration ระยะเวลาที่สัมผัส (70 ปี)

BW = Body Weight น้ำหนักเฉลี่ย (60 กก.ที่มา WHO (2008a))

AT = Averaging time เวลาเฉลี่ยตามระยะเวลาของการได้รับสัมผัส (วัน)

ถ้าเป็น Non-cancer endpoint = ED x 365 วัน/ปี และ Cancer endpoint = 70 ปี x 365 วัน/ปี เท่ากับ 25,550 วัน

$$CDI = \frac{1\times10^{-5}\times2\times365\times70)}{(60\times25,550)}$$

$$= 3.33 \times 10^{-7} \text{ มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน}$$

การตรวจวินิจฉัย

1. การซักประวัติผู้ป่วยที่อาจเกี่ยวข้องกับการได้รับสารแคดเมียมทั้งการหายใจ และการได้รับทางระบบทางเดินอาหาร หรือการสัมผัสโดยไม่รู้ตัว

2. การตรวจปริมาณแคดเมียมในเลือด (whole blood cadmium) ซึ่งปกติมีค่าไม่เกิน 1 µg/l ร่วมด้วยการตรวจปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะซึ่งปกติจะมีค่าไม่เกิน 1 µg/g Creatinine

3. การตรวจอื่นๆ เช่น การทำงานของไต การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) ปริมาณเกลือแร่ในเลือด (serum electrolyte) กลูโคส สภาพกระดูก ค่าออกซิเจนในเลือดแดง และการตรวจเอกซเรย์ปอด

3. การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose-Response Assessment)

เป็นการประเมินว่าขนาดของการสัมผัสระดับใดจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากน้อยเท่าใด ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้สามารถแบ่งระดับการสัมผัส เป็นระดับปลอดภัย RfD (Reference Dose) หรือ ADI (Acceptable Daily Intake) กับระดับที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ การคำนวณมี 2 แบบตามลักษณะความเป็นพิษของสารดังนี้

1. สารที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็ง

ความเสี่ยงของสารที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็งสามารถอธิบายได้โดยค่า Hazard Quotient (HQ) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$HQ = \frac{\text{Exposure หรือ CDI}}{\text{RfD หรือ ADI}}$$

$$HQ = \frac{3.33\times10^{-7}}{5\times10^{-4}} = 0.67 \times 10^{-3}$$

** แหล่งอ้างอิงค่า RfD : EPA*

2. สารที่เป็นสารก่อมะเร็ง

คำนวณความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็งในตลอดช่วงชีวิต (Lifetime cancer risk) จากการได้รับสารก่อมะเร็งได้จากสูตรต่อไปนี้

Lifetime cancer risk = CSF x CDI

โดย CSF = cancer slope factor หรือ potency factor

CDI = ปริมาณการรับสัมผัส

จากสูตรสามารถคำนวณได้ดังนี้

Lifetime cancer risk = $0.38 \times 3.33 \times 10^{-7}$

= 1.265×10^{-7} มก./กก.-วัน

ในกรณีที่เป็นมลพิษทางอากาศหรือทางน้ำ การคำนวณค่า Cancer risk สามารถคำนวณโดยใช้ค่า Unit risk factor (URF) แทนค่า Cancer slope factor (CSF)

Cancer risk (air/water pollution) = ความเข้มข้นของสาร (ที่ตรวจวัดได้) x Unit risk factor

4. การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk Characterization)

วิเคราะห์ข้อมูลจากทั้ง 3 ขั้นตอนก่อนหน้า เพื่อนำมาประเมินว่าการสัมผัสสิ่งคุกคามในสภาพที่เป็นอยู่นั้น ถือเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือไม่

ความเสี่ยงของสารที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็งสามารถอธิบายได้โดยค่า Hazard Quotient (HQ)

ถ้าค่า HQ น้อยกว่าหรือใกล้เคียง 1 หรือ Exposure < Rfd หรือ ADI แสดงว่า ปริมาณปัจจัยเสี่ยงที่ร่างกายได้รับนั้น ไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลข้างเคียงต่อร่างกายได้

ถ้าค่า HQ มากกว่า 1 หรือ Exposure > Rfd หรือ ADI แสดงว่า ปริมาณปัจจัยเสี่ยงที่ร่างกายได้รับนั้น เกินค่ามาตรฐาน หรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ

จากการคำนวณ HQ = 0.67×10^{-3} ซึ่งมีค่า < 1 แสดงว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

บทที่ 5

การสื่อสารและการจัดการความเสี่ยง

การจัดการความเสี่ยง (risk management) ผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจในการดำเนินการจัดการความเสี่ยงมักเป็นผู้นำชุมชน กระบวนการจัดการความเสี่ยงที่ดีจะต้องเลือกวิธีการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสม และดำเนินการในช่วงเวลาที่เหมาะสมด้วย ได้แก่ การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ตรวจการปนเปื้อนโลหะหนักในร่างกายของประชาชน ให้การรักษาแก่ประชาชนที่พบความผิดปกติ เป็นต้น อีกกระบวนการหนึ่งที่ต้องกระทำไปควบคู่กับการจัดการความเสี่ยงคือ การสื่อสารความเสี่ยง (risk communication) เป็นกระบวนการที่ทำเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงนั้นมากขึ้น โดยต้องเผยแพร่และกระจายข้อมูลที่ถูกต้องและเหมาะสมไปยังสาธารณะชน หรือคนที่ได้รับความเสี่ยงนั้นด้วย การนำเสนอข้อมูลเพื่อสื่อสารความเสี่ยงนั้นต้องอธิบายถึงลักษณะของสิ่งคุกคาม (สารอันตรายที่เกิดจากขยะอิเล็กทรอนิกส์) ผลกระทบ แนวทางการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพ ต้องทำให้เกิดความตระหนักรู้ในอันตรายที่อาจเกิดขึ้น แต่ต้องไม่ทำให้เกิดความตื่นตระหนกจนเกินไป และต้องทำให้ผู้ที่ได้รับความเสี่ยงนั้นมีความรู้ความเข้าใจในความเสี่ยงที่ตนกำลังเผชิญ สามารถดูแลตัวเอง พร้อมทั้งรับมือกับความเสี่ยงนั้นได้ สำหรับประชาชนที่ได้รับผลกระทบทางสุขภาพควรได้รับการตรวจรักษาตามอาการต่อไป

แนวทางการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ของชุมชน

1. การป้องกันตั้งแต่ต้นทาง และการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดขึ้น สามารถทำได้โดยใช้หลัก 3R ดังนี้

1.1 การลด หมายถึง ลดการบริโภคตั้งแต่ต้นทาง ไม่ซื้อของฟุ่มเฟือย เลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ไม่มีสารอันตรายหรือมีในปริมาณต่ำ โดยอาจพิจารณาเลือกซื้อสินค้าที่มีฉลาก มอก. หรือฉลากสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.2 การใช้ซ้ำ เป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ โดยการดูแลรักษาตามคู่มือการใช้งาน และการซ่อมแซม หรือส่งต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช้งานแล้ว แต่สามารถใช้ประโยชน์ได้ให้แก่บุคคลที่ต้องการ

1.3 การรีไซเคิล กรณีขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีผู้รับซื้อควรพิจารณาความสามารถในการจัดการอย่างถูกต้องปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และหากเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่มีการรับซื้อคืน ควรคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ออกจากขยะทั่วไป เพื่อให้หน่วยงานท้องถิ่นนำไปกำจัดหรือรีไซเคิลอย่างถูกต้อง รวมถึงไม่นำไปเผา ฝังดิน หรือทิ้งในแหล่งน้ำสาธารณะเพราะจะทำให้สารพิษมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้โดยง่าย

2. ทิ้งขยะอิเล็กทรอนิกส์ตามสถานที่หรือตามเวลาที่กำหนด โดยนำไปทิ้งยังสถานที่หรือจุดรับทิ้งที่ผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์มือถือจัดไว้ให้

3. ไม่ควรแกะหรือแยกชิ้นส่วนแบตเตอรี่มือถือ แบตเตอรี่รถยนต์ และถ่านไฟฉาย

บทที่ 6

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศ

1. American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH) เป็นองค์กรอิสระของสหรัฐอเมริกาที่ทำงานในด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ทำงานในรูปของคณะกรรมการที่มีสมาชิกจากภาครัฐและภาคเอกชน

- Threshold Limit Value (TLV) : Time - Weighted Average (TWA) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารชนิดใดชนิดหนึ่งที่ ACGIH หรือหน่วยงานของรัฐกำหนดให้เป็นขีดจำกัดความปลอดภัยในการทำงาน โดยค่าเฉลี่ยต้องไม่เกินค่านี้ตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ เช่น 8 ชั่วโมง

- Biological Exposure Indices (BEI) คือ ค่ามาตรฐานตัวบ่งชี้การสัมผัสสารเคมี (Biomarkers) สามารถตรวจได้ในเลือด ปัสสาวะ หรือในลมหายใจออกของคนทำงาน ซึ่งกำหนดโดยองค์กร ACGIH ค่ามาตรฐานตัวนี้จะมีข้อกำหนดเวลาในการเก็บตัวอย่างด้วยคือ ก่อนเข้างาน (Prior to shift หรือ PTS) ระหว่างทำงาน (During shift หรือ DS) หลังเลิกงาน (End of shift หรือ EOS) วันสุดท้ายของสัปดาห์ (End of workweek หรือ EWW) เวลาใดก็ได้ (Discretionary) การเก็บตัวอย่างเลือด ปัสสาวะ หรือลมหายใจออกของคนงาน ต้องเก็บตามเวลาที่มาตรฐานกำหนดจึงจะแปลผลได้อย่างถูกต้อง

2. The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) เกิดจาก The Occupational Safety and Health Act of 1970 OSHA อยู่ใน U.S. Department of Labor และเป็นหน่วยงานปฏิบัติในการควบคุมเรื่องสุขภาพและความปลอดภัยในการทำงาน

- OSHA Permissible Exposure Limit (PEL) หมายถึง ความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีที่ยอมให้มีในสถานที่ทำงาน หมายความรวมถึง TLV-C หรือ TLV-Ceiling และ Threshold Limit Value: Time - Weighted Average (TWA)

3. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) เป็นองค์กรของสหรัฐอเมริกาที่เกิดจาก Occupational Safety and Health Act of 1970 NIOSH อยู่ใน U.S. Department of Health and Human Services และดูแลความปลอดภัยในการทำงานโดยวิจัย ให้ข้อมูลและการศึกษาการอบรม

- NIOSH REL (recommended exposure limit) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารชนิดใดชนิดหนึ่งที่ NIOSH กำหนดให้เป็นค่าแนะนำให้ใช้เป็นขีดจำกัดความปลอดภัยในการทำงาน โดยในช่วงเวลาใดๆ ไม่ควรเกินค่านี้

- IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations) เป็นความเข้มข้นที่ The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ของสหรัฐอเมริกากำหนดให้เป็นระดับความเข้มข้นที่มีผลต่อสุขภาพในระดับที่เป็นอันตรายในทันที (immediate health effects or health effects) ที่ได้รับ หรือหลังจากได้รับเป็นเวลานาน หรือรับซ้ำ (prolonged or repeated exposure)

4. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) คือ ค่ามาตรฐานระดับสารเคมีมลพิษในอากาศในสิ่งแวดล้อมทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดโดย EPA ตามกฎหมาย Clean Air Act ที่ประกาศในปี ค.ศ. 1990 ค่ามาตรฐานชุดนี้จะมี 2 ระดับคือ Primary standard เป็นมาตรฐานที่กำหนดเพื่อความปลอดภัยของคนกลุ่มไวรับ (Sensitive population) เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ ผู้เป็นโรคหอบหืด และ Secondary standard เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อความปลอดภัยของสาธารณะ เช่น การรบกวนการมองเห็น ความปลอดภัยต่อสัตว์เลี้ยง ความปลอดภัยต่อพืชผลการเกษตร ความปลอดภัยต่ออาคาร เป็นต้น

5. Air Quality Guideline for Europe Second Edition ขององค์การอนามัยโลก (WHO)

ประกาศ/กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศ

1. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)

2. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

ประกาศ/กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ

1. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ.2553

2. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551

3. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

4. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

บรรณานุกรม

1. สถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2556
   http://www.reo4.go.th/upload/REO4-139.pdf
2. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2555
   http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=pcdreport2555
3. ขยะอิเล็กทรอนิกส์
   http://www.kksci.com/UserFiles/File/ขยะอิเล็คทรอนิค.pdf
4. ความเป็นพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์
   http://www.thaitox.org/media/upload/file/Journal/2010-1/08paper.pdf
5. คู่มือการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
   http://infofile.pcd.go.th/haz/handbookelect.pdf
6. (ร่าง) คู่มือการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จากภาคครัวเรือนสำหรับร้านรับซื้อของเก่า
   http://infofile.pcd.go.th/law/Draft_570822.pdf?CFID=19849129&CFTOKEN=90677409
7. ข้อมูลเกี่ยวกับสารอันตราย, ค่ามาตรฐานในสถานที่ทำงาน, อาการ, การวินิจฉัยและการรักษา
   http://www.occmednop.com/nrhc/web/search/
8. แนวทางการรับมือปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย
   http://library.senate.go.th/document/Ext4246/4246717_0002.PDF
9. Air Quality Guidelines for Europe Second Edition
   http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf
10. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit Chemical Hazards 2010
    http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/toolkit.pdf?ua=1

ภาคผนวก

ตัวอย่างค่ามาตรฐานสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน

สารอันตราย	ค่ามาตรฐาน						
	ACGIH	OSHA	NIOSH	IDLH	ประกาศ	มาตรฐานอื่น	BEI
ตะกั่ว	TLV – TWA 0.05 mg/m^3	PEL – TWA 0.05 mg/m^3	REL – TWA 0.05 mg/m^3	100 mg/m^3	TWA 0.2 mg/m^3	กฎหมายแรงงานไทย Cadmium fume TWA - 0.1 mg/m^3, Ceiling 0.3 mg/m^3, Cadmium dust TWA – 0.2 mg/m^3, Ceiling 0.6 mg/m^3	ACGIH BEI (2011) Lead in blood at not critical time 30 µg/dl (Except women of child bearing potential 10 µg/dl)
แคดเมียม	TLV – TWA 0.01 mg/m^3	PEL – TWA 0.005 mg/m^3	REL – Ca	9 mg/m^3	TWA ฟูม 0.1 mg/m^3 ฝุ่น 0.2 mg/m^3 ความเข้มข้นที่อาจยอมให้มีได้ ฟูม 0.3 mg/m^3 ฝุ่น 0.6 mg/m^3	กฎหมายแรงงานไทย Cadmium fume TWA - 0.1 mg/m^3, Ceiling 0.3 mg/m^3, Cadmium dust TWA – 0.2 mg/m^3, Ceiling 0.6 mg/m^3	ACGIH (2007) BEI – Cadmium in urine = 5 µg/g Creatinine ตรวจเวลาไหนก็ได้ (not critical for sampling time), Cadmium in blood = 5 µg/L ตรวจเวลาไหนก็ได้ (not critical for sampling time)

สารอันตราย	ค่ามาตรฐาน						
	ACGIH	OSHA	NIOSH	IDLH	ประกาศ	มาตรฐานอื่น	BEI
ปรอท	TLV – Elemental and inorganic forms TWA 0.025 mg/m^3, Alkyl compounds TWA 0.01 mg/m^3, STEL 0.03 mg/m^3, Aryl compounds TWA 0.1 mg/m^3	PEL – C 0.1 mg/m^3	REL – Mercury vapor TWA 0.05 mg/m^3, Other forms C 0.1 mg/m^3	10 mg/m^3		- กฎหมายแรงงานไทย Mercury Ceiling 0.05 mg/m^3, Organo (alkyl) mercury TWA 0.01 mg/m^3, Ceiling 0.04 mg/m^3 - มาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ปรอทต้องไม่เกิน 0.05 mg/m^3 ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ (พ.ศ. 2546)	ACGIH BEI – Total inorganic mercury ในปัสสาวะก่อนเข้างาน 35 µg/g Cr, Total inorganic mercury ในเลือดหลังเลิกงานวันสุดท้ายของสัปดาห์ 15 µg/L

สารอันตราย	ค่ามาตรฐาน						
	ACGIH	OSHA	NIOSH	IDLH	ประกาศ	มาตรฐานอื่น	BEI
โครเมียม	TLV – Chromium and chromium (III) compounds TWA 0.5 mg/m^3, Water soluble chromium (VI) compounds 0.05 mg/m^3, Insoluble chromium (VI) compounds 0.01 mg/m^3	PEL - Chromium (III) TWA 0.5 mg/m^3, Chromium (VI) Ceiling 1 mg/m^3	REL – Chromium (III) TWA 0.5 mg/m^3, Chromium (VI) TWA 0.001 mg/m^3 (Ca)		1 mg/m^3	ACGIH BEI (2011) – Water soluble chromium (VI) fume ส่งตรวจ Total chromium in urine at end of shift at end of workweek (EOS at EWW) ไม่เกิน 25 µg/L หรือส่งตรวจ Total chromium in urine increase during shift ไม่เกิน 10 µg/L	

สารอันตราย	ค่ามาตรฐาน						
	ACGIH	OSHA	NIOSH	IDLH	ประกาศ	มาตรฐานอื่น	BEI
เบริลเลียม	Beryllium and compounds TWA : 0.00005 mg/m^3 Beryllium and compounds 15 min STEL : 0.01 mg/m^3	PEL – TWA 0.002 mg/m^3, Ceiling 0.005 mg/m^3, Maximum peak in 30 minutes 0.025 mg/m^3	REL – TWA less than 0.0005 mg/m^3	potential occupational carcinogen	TWA 0.002 mg/m^3, Ceiling 0.005 mg/m^3, Maximum peak in 30 minutes 0.025 mg/m^3	Emergency Response Planning Guidelines (ERPG): ERPG(1) ไม่ได้จัดทำไว้ ERPG(2) 25 µg/cu m^3 (ไม่รุนแรง, ผลกระทบที่อันตราย) สำหรับสัมผัส 1 ชม. ERPG(3) 100 µg/cu m^3 (ไม่คุกคามชีวิต) สำหรับสัมผัส 1 ชม.	
สารหนู	TLV – TWA 0.01 mg/m^3	PEL – TWA 0.010 mg/m^3	REL: Ca C 0.002 mg/m^3 [15-minute]	Ca[5 mg/m^3 (as As)]	0.5 mg/m^3		ACGIH BEI (กรณีวัดการสัมผัส arsenic, elemental and soluble inorganic compounds) รายการที่ส่งตรวจ คือ inorganic arsenic plus methylated metabolites in urine โดยเก็บวันสุดท้ายของสัปดาห์การทำงาน (end of workweek) ค่าที่กำหนด คือ 35 µg As/L

National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)จาก EPA

Pollutant [final rule cite]		Primary/ Secondary	Averaging Time	Level	Form
Carbon Monoxide [76 FR 54294, Aug 31, 2011]		primary	8-hour	9 ppm	Not to be exceeded more than once per year
			1-hour	35 ppm	
Lead [73 FR 66964, Nov 12, 2008]		primary and secondary	Rolling 3 month average	0.15 µg/m^3	Not to be exceeded
Nitrogen Dioxide [75 FR 6474, Feb 9, 2010] [61 FR 52852, Oct 8, 1996]		primary	1-hour	100 ppb	98th percentile of 1-hour daily maximum concentrations, averaged over 3 years
		primary and secondary	Annual	53 ppb	Annual Mean
Ozone [73 FR 16436, Mar 27, 2008]		primary and secondary	8-hour	0.075 ppm	Annual fourth-highest daily maximum 8-hr concentration, averaged over 3 years
Particle Pollution Dec 14, 2012	PM2.5	primary	Annual	12 µg/m^3	annual mean, averaged over 3 years
		secondary	Annual	15 µg/m^3	annual mean, averaged over 3 years
		primary and secondary	24-hour	35 µg/m^3	98th percentile, averaged over 3 years
	PM10	primary and secondary	24-hour	150 µg/m^3	Not to be exceeded more than once per year on average over 3 years
Sulfur Dioxide		primary	1-hour	75 ppb	99th percentile of 1-hour daily maximum concentrations, averaged over 3 years
[75 FR 35520, Jun 22, 2010] [38 FR 25678, Sept 14, 1973]		secondary	3-hour	0.5 ppm	Not to be exceeded more than once per year

Guideline values for individual substances based on effects other than cancer or odour/ annoyance

Substance	Time – weighted average (TWA)	เวลาเฉลี่ย
Cadmium	5 ng/m^3	ต่อปี
Carbon disulfide	100 µg/m^3	24 ชั่วโมง
Carbon monoxide	100 mg/m^3	15 นาที
	60 mg/m^3	30 นาที
	30 mg/m^3	1 ชั่วโมง
	10 mg/m^3	8 ชั่วโมง
1,2-Dichloroethane	0.7 mg/m^3	24 ชั่วโมง
Dichloromethane	3 mg/m3	24 ชั่วโมง
	0.45 mg/m^3	1 สัปดาห์
Formaldehyde	0.1 mg/m^3	30 นาที
Hydrogen sulfide	150 µg/m^3	24 ชั่วโมง
Lead	0.5 µg/m^3	ต่อปี
Manganese	0.15 µg/m^3	ต่อปี
Mercury	1 µg/m^3	ต่อปี
Nitrogen dioxide	200 µg/m^3	1 ชั่วโมง
	40 µg/m^3	ต่อปี
Ozone	120 µg/m^3	8 ชั่วโมง
Styrene	0.26 mg/m^3	1 สัปดาห์
Sulfur dioxide	500 µg/m^3	10 นาที
	125 µg/m^3	24 ชั่วโมง
	50 µg/m^3	ประจำปี
Tetrachloroethylene	0.25 µg/m^3	ประจำปี
Toluene	0.26 µg/m^3	1 สัปดาห์
Vanadium	1 µg/m^3	24 ชั่วโมง

ที่มา : http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม)
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 มก./ลบ.ม.)
3. ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มคก./ลบ.ม)
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
8. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.

หมายเหตุ

1. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1, 8 และ 24 ชม.) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (acute effect)

2. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1 เดือน และ 1 ปี) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบยาวหรือผลกระทบเรื้อรัง ที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย (chronic effect)

เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2553

พารามิเตอร์	หน่วยวัด	เกณฑ์ที่กำหนด
ความเป็นกรด – ด่าง (pH)		อยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5
ความขุ่น (Turbidity)	เอ็นทียู	ไม่เกิน 5
สี (Colour)	แพลทินัม – โคบอลต์	ไม่เกิน 15
สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (TDS)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1,000
ความกระด้าง (Hardness)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 500
ซัลเฟต (SO_4^-)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250
คลอไรด์ (Cl^-)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 250
ไนเตรท (NO_3^-)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 50
ฟลูออไรด์ (F^-)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.7
เหล็ก (Fe)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.5
แมงกานีส (Mn)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.3
ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 1.0
สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 3.0
ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.01
โครเมียม (Cr)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.05
แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.003
สารหนู (As)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.01
ปรอท (Hg)	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่เกิน 0.001
แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	ต้องตรวจไม่พบ
แบคทีเรียประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	ต้องตรวจไม่พบ

หมายเหตุ

1. คลอรีนอิสระคงเหลือ (Residual Free Chlorine) กำหนดให้มีที่ปลายเส้นท่อ 0.2 – 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ในระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปา

2. วิธีตรวจวิเคราะห์เป็นไปตามวิธีการในหนังสือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Edition 21st2005 APHA AWWA WEF

3. ประกาศกรมอนามัย (13 ตุลาคม 2553)

มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางกายภาพ	1. สี (Colour)	แพลทินัม-โคบอลต์	5	15
	2. ความขุ่น (Turbidity)	หน่วยความขุ่น	5	20
	3. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	7.0-8.5	6.5-9.2
ทางเคมี	4. เหล็ก (Fe)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.5	1.0
	5. แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.3	0.5
	6. ทองแดง (cu)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 1.0	1.5
	7. สังกะสี (Zn)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 5.0	15.0
	8. ซัลเฟต (SO_4)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 200	250
	9. คลอไรด์ (Cl)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 250	600
	10. ฟลูออไรด์ (F)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.7	1.0
	11. ไนเตรด (NO_3)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 45	45
	12. ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness as $CaCO_3$)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 300	500
	13. ความกระด้างถาวร (Non - carbonate hardness as $CaCO_3$)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 200	250
	14. ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total disslved solids)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 600	1,200
สารพิษ	15.สารหนู (As)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.05
	16.ไซยาไนด์ (CN)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.1
	17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.05
	18.ปรอท (Hg)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.001
	19.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.01
	20.ซิลิเนียม (Se)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.01

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางบักเตรี	21.บักเตรีที่ตรวจพบโดยวิธี Standard plate count	โคโลนีต่อ ลบ.ซม.	ไม่เกินกว่า 500	-
	22.บักเตรีที่ตรวจพบโดยวิธี Most Probable Number (MPN)	เอ็ม.พี.เอ็น ต่อ 100 ลบ.ซม.	น้อยกว่า 2.2	-
	23.อี.โคไล (E.coli)	-	ต้องไม่มีเลย	-

แหล่งที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
พ.ศ. 2551 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 85 ง ลงวันที่ 21 พฤษภาคม 2552

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1. สี กลิ่น และรส (Colour,Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-	-
2. อุณหภูมิ (Temperature)	๐ซ	-	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 Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	P80	ธ	5,000	20,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
7. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria)	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	P80	ธ	1,000	4,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
8. ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	5.0			-	Cadmium Reduction
9. แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	0.5			-	Distillation Nesslerization
10. ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	-	ธ	0.005			-	Distillation, 4-Amino antipyrene
11. ทองแดง (Cu)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
12. นิคเกิล (Ni)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
13. แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	ธ	1.0			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
14. สังกะสี (Zn)	มก./ล.	-	ธ	1.0			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
15.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	-	ธ	0.005* 0.05**			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
16.โครเมียมชนิดเฮ๊กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	-	ธ	0.002			-	Atomic Absorption -Cold Vapour Technique
19.สารหนู (As)	มก./ล.	-	ธ	0.01			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	-	ธ	0.005			-	Pyridine-Barbituric Acid
21. กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) - ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) - ค่ารังสีเบตา (Beta)	เบคเคอเรล/ล.	-	ธ	0.1 1.0			-	Gas-Chromatography
22.สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-	Gas-Chromatography

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
23.ดีดีที (DDT)	มคก./ล.	-	ธ	1.0			-	Gas-Chromatography
24. บีเอชซีชนิดแอลฟ่า (Alpha-BHC)	มคก./ล.	-	ธ	0.02			-	Gas-Chromatography
25. ดิลดริน (Dieldrin)	มคก./ล.	-	ธ	0.1			-	Gas-Chromatography
26.อัลดริน (Aldrin)	มคก./ล.	-	ธ	0.1			-	Gas-Chromatography
27. เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlorepoxide)	มคก./ล.	-	ธ	0.2			-	Gas-Chromatography
28.เอนดริน (Endrin)	มคก./ล.	-	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-	Gas-Chromatography

หมายเหตุ :

1/กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ'อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

°ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

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 ของสหรัฐอเมริการ่วมกันกำหนด

แหล่งที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

ประเภทแหล่งน้ำ	การใช้ประโยชน์
ประเภทที่ 1	ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ
ประเภทที่ 2	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ (3) การประมง (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ
ประเภทที่ 3	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การเกษตร
ประเภทที่ 4	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน (2) การอุตสาหกรรม
ประเภทที่ 5	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
1.สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound)			
1) เบนซีน (Benzene)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 6.5	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	”	ต้องไม่เกิน 2.5	”
3) 1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane)	”	ต้องไม่เกิน 3.5	”
4) 1,1-ไดคลอโรเอทธิลีน (1,1-Dichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 0.5	”
5) ซิส-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 43	”
6) ทรานส์-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 63	”
7) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)	”	ต้องไม่เกิน 89	”
8) แอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene)	”	ต้องไม่เกิน 230	”
9) สไตรีน (Styrene)	”	ต้องไม่เกิน1,700	”
10) เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 57	”
11) โทลูอีน (Toluene)	”	ต้องไม่เกิน 520	”
12) ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 28	”
13) 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane)	”	ต้องไม่เกิน 630	”

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
14)) 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane)	”	ต้องไม่เกิน 8.4	”
15) ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes)	”	ต้องไม่เกิน 210	”
2. โลหะหนัก (Heavy metals)			
1) สารหนู (Arsenic)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 3.9	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 37	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium)	”	ต้องไม่เกิน 300	ใช้วิธี Coprecipitation หรือวิธี Colorimetric หรือวิธี Chelation/Extraction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ตะกั่ว (Lead)	”	ต้องไม่เกิน 400	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
5) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 1,800	”
6) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 23	ให้ใช้วิธี Cold-Vapor Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
7) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, soluble salts)	”	ต้องไม่เกิน 1,600	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
8) ซีลีเนียม (Selenium)	”	ต้องไม่เกิน 390	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)			
1) อะทราซีน (Atrazine)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 22	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) คลอเดน (Chlordane)	”	ต้องไม่เกิน 16	ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
3) 2,4-ดี (2,4-D)	”	ต้องไม่เกิน 690	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี High Performance Liquid Chromatography/ Thermal Extraction/Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ดีดีที (DDT)	”	ต้องไม่เกิน 17	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) ดิลดริน (Dieldrin)	”	ต้องไม่เกิน 0.3	”
6) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor))	”	ต้องไม่เกิน 1.1	”
7) เฮปตาคลอร์อีพ็อกไซด์ (Heptachlor Epoxide)	”	ต้องไม่เกิน 0.5	”
8) ลินเดน (Lindane)	”	ต้องไม่เกิน 4.4	”
9) เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol)	”	ต้องไม่เกิน 30	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography /Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4. สารพิษอื่น ๆ			
1) เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene)	มิลลิกรัม/ กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 0.6	ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Thermal Extraction /Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/ Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
2) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 11	ใช้วิธี Total and Amenable Cyanide: Distillation หรือวิธี Total Amenable Cyanide (Automated Colorimetric, with off-line Distillation) หรือวิธี Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) พีซีบี (PCBs)	”	ต้องไม่เกิน 2.2	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride)	”	ต้องไม่เกิน 1.5	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

หมายเหตุ

1. วิธี Test Methods of Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846) ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency)

2. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก การอยู่อาศัยและเกษตรกรรม

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
1.สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)			
1) เบนซีน (Benzene)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 15	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	”	ต้องไม่เกิน 5.3	”
3) 1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane)	”	ต้องไม่เกิน 7.6	”
4) 1,1-ไดคลอโรเอทธิลีน (1,1-Dichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 1.2	”
5) ซิส-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 150	”
6) ทรานส์-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 210	”
7) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)	”	ต้องไม่เกิน 210	”
8) แอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene)	”	ต้องไม่เกิน 230	”
9) สไตรีน (Styrene)	”	ต้องไม่เกิน1,700	”
10) เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 190	”
11) โทลูอีน (Toluene)	”	ต้องไม่เกิน 520	”

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
12) ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene)	”	ต้องไม่เกิน 61	”
13) 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane)	”	ต้องไม่เกิน 1,400	”
14) 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane)	”	ต้องไม่เกิน 19	”
15) ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes)	”	ต้องไม่เกิน 210	”
2. โลหะหนัก (Heavy metals)			
1) สารหนู (Arsenic)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 27	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 810	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium)	”	ต้องไม่เกิน 640	ใช้วิธี Coprecipitation หรือวิธี Colorimetric หรือวิธี Chelation/Extraction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
4) ตะกั่ว (Lead)	”	ต้องไม่เกิน 750	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 32,000	”
6) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 610	ให้ใช้วิธี Cold-Vapor Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
7) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, soluble salts)	”	ต้องไม่เกิน 41,000	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
8) ซีลีเนียม (Selenium)	”	ต้องไม่เกิน 10,000	ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)			
1) อะทราซีน (Atrazine)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 110	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) คลอเดน (Chlordane)	”	ต้องไม่เกิน 110	ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
3) 2,4-ดี (2,4-D)	”	ต้องไม่เกิน 12,000	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี High Performance Liquid Chromatography/ Thermal Extraction/Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ดีดีที (DDT)	”	ต้องไม่เกิน 120	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) ดิลดริน (Dieldrin)	”	ต้องไม่เกิน 1.5	”
6) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor))	”	ต้องไม่เกิน 5.5	”
7) เฮปตาคลอร์อีพ็อกไซด์ (Heptachlor Epoxide)	”	ต้องไม่เกิน 2.7	”
8) ลินเดน (Lindane)	”	ต้องไม่เกิน 29	”
9) เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol)	”	ต้องไม่เกิน 110	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่ กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4. สารพิษอื่น ๆ			
1) เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene)	มิลลิกรัม/ กิโลกรัม	ต้องไม่เกิน 2.9	ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/ Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ดัชนีคุณภาพดิน	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
2) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and compounds)	”	ต้องไม่เกิน 35	ใช้วิธี Total and Amenable Cyanide: Distillation หรือวิธี Total Amenable Cyanide (Automated Colorimetric, with off-line Distillation) หรือวิธี Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) พีซีบี (PCBs)	”	ต้องไม่เกิน 10	ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride)	”	ต้องไม่เกิน 8.3	วิธี Purge and Trap Gas Chromatography หรือวิธี Purge and Trap Gas Chromatography Mass Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

หมายเหตุ

1. วิธี Test Methods of Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846) ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency)

2. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

แหล่งที่มา ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 119 ง ลงวันที่ 20 ตุลาคม 2547

คณะผู้จัดทำ

อธิบดีกรมอนามัย	ที่ปรึกษา
อธิบดีกรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา
รองอธิบดีกรมอนามัย (ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม)	ที่ปรึกษา
รองอธิบดีกรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา
ผู้ทรงคุณวุฒิ กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้ทรงคุณวุฒิ กรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการสำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา

คณะทำงานข้อมูล เฝ้าระวัง เตือนภัยและสื่อสารสาธารณะ กรมอนามัย

1)	นางสาวสิริวรรณ	จันทนจุลกะ	ผู้อำนวยการกองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย	ประธาน
2)	นางสาวอำพร	บุศรังษี	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	รองประธานคนที่ 1
3)	นางปรียานุช	บูรณะภักดี	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	รองประธานคนที่ 2
4)	นางสาวดรรชนี	มหาชานิกะ	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	คณะทำงาน
5)	นายเจริญ	หาญปัญจกิจ	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	คณะทำงาน
6)	นางสาวมลฤดี	ตรีวัย	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	คณะทำงาน
7)	นายวิโรจน์	วัชระเกียรติศักดิ์	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
8)	นายชัยเลิศ	กิ่งแก้วเจริญชัย	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
9)	นางจิรพรรณ	พรหมลิขิตชัย	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
10)	นายรัชชผดุง	ดำรงพิงคสกุล	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
11)	นางลลนา	ทองแท้	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
12)	นางจิตติมา	รอดสวาสดิ์	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงาน
13)	นางสาวพนิตา	เจริญสุข	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงาน
14)	นางสุวรรณา	จีรโภคกุล	ศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข	คณะทำงาน
15)	นางสาววาสนา	คงสุข	ศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย	คณะทำงาน
16)	นางสาวเบญจวรรณ	ธวัชสุภา	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงานและเลขานุการ
17)	นางสาววรวรรณ	พงษ์ประเสริฐ	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะทำงานการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง กรณีขยะอิเล็กทรอนิกส์

1)	นางปรียานุช	บูรณะภักดี	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	กรมอนามัย
2)	นางสาวปรียนิตย์	ใหม่เจริญศรี	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	กรมอนามัย
3)	นางสาวมลฤดี	ตรีวัย	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	กรมอนามัย
4)	นางสาววราภรณ์	บุญภักดี	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	กรมอนามัย
5)	นางสาวกฤษณา	กาทอง	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	กรมอนามัย
6)	นางสาวภาวินี	แสนสำราญ	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	กรมอนามัย
7)	นายณัฐพงศ์	แหละหมัน	สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม	กรมอนามัย

ประสานงานและพิสูจน์อักษร

1)	นางจิตติมา	รอดสวาสดิ์	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
2)	นางสาววรวรรณ	พงษ์ประเสริฐ	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
3)	นางสาวประทุม	สีดาจิตต์	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
4)	นางสาวอิสราภรณ์	สมสวย	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
5)	นางสาวอนงค์	ทองอ่วมใหญ่	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
6)	นางสาวลัดดา	พิมจั่น	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย

พิมพ์ครั้งที่ 2 : พ.ศ. 2558
จำนวนพิมพ์ : 700 เล่ม
พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

Download ข้อมูล เอกสารคู่มือ แนวทาง ข้อมูลวิชาการ
เครื่องมือด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม เอกสารประกอบการประชุม
และแนวทางการสนับสนุนต่าง ๆ ได้ที่ www.enhealthplan.anamai.mail.go.th

กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
โทร 0 2590 4347, 0 2590 4359
โทรสาร 0 2590 4356
http://hia.anamai.moph.go.th