

บทที่

3

วางแผน สร้างสรรค์ และนำเสนอ



- การวางแผนการแก้ปัญหา
- สิ่งที่ควรรู้ก่อนลงมือสร้างชิ้นงาน
- การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข
- การนำเสนอ



จุดประสงค์ของบทเรียน

1. วางแผนการทำงานก่อนลงมือสร้างชิ้นงาน
2. เลือกใช้อุปกรณ์เหมาะสมกับงานและใช้อย่างถูกวิธี
3. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน
4. นำเสนอผลการทำงานด้วยรูปแบบที่เหมาะสม





บทที่ 3 วางแผน สร้างสรรค์ และนำเสนอ



การนำไปใช้

รากของหญ้าแฝกที่ยาวและสานกันแน่น
คือลักษณะเด่นที่นำมาปลูกเพื่อป้องกัน
การพังทลายของหน้าดิน



การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาระดับเล็กใกล้ตัวหรือปัญหาระดับใหญ่ที่มีผลกระทบกับสังคม ล้วนมีการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขหลายครั้งจนกว่าการแก้ปัญหานั้นจะประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ตัวอย่างเช่น การปลูกหญ้าแฝกเพื่อแก้ปัญหการพังทลายของหน้าดิน ในโครงการพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (รัชกาลที่ 9) ที่ใช้เวลาในการค้นคว้าวิจัยและพัฒนามากกว่า 10 ปี เพื่อแก้ปัญหการพังทลายของหน้าดินจากการที่น้ำชะล้างแร่ธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในหน้าดินออกไป จนพบว่า หญ้าแฝก เป็นพืชที่ช่วยยึดหน้าดินไม่ให้พังทลาย เพราะมีการแตกหน่อรวมเป็นกอ เบียดกันแน่น มีรากยาว สานกันแน่น ช่วยอุ้มน้ำและยึดดินไว้ได้ดี นอกจากนี้รากหญ้าแฝกยังเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อดิน ช่วยฟื้นฟูให้ดินมีสภาพอุดมสมบูรณ์ ทั้งยังช่วยฟื้นฟูลิ่งแวดล้อม

📖 ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนทราบมาแล้วว่า วัสดุมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีสมบัติบางประการที่เหมือนและแตกต่างกัน เช่น ความแข็ง ความเหนียว สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน การนำไฟฟ้า การเลือกวัสดุมาใช้งานต้องพิจารณาสมบัติของวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วนเครื่องมือช่างที่ใช้ในการทำงานก็มีหลายประเภท เช่น เครื่องมือสำหรับวัด ตัด ตัดยึด และเจาะ ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่เครื่องมือที่ไม่มีกลไกซับซ้อน ไปจนถึงเครื่องมือที่มีกลไกซับซ้อน มีระบบไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบซึ่งต้องใช้ความรู้และทักษะมากขึ้นในการใช้งาน ซึ่งไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือช่างประเภทใดก็ตาม ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของวัสดุ ลักษณะการใช้งาน และคำนึงถึงความปลอดภัย

ในบทเรียนที่ผ่านมา นักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างการแก้ปัญหาของนนท์และน้ำหวาน และฝึกปฏิบัติตั้งแต่การระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา เปรียบเทียบ ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรทางเทคโนโลยี แล้วนำวิธีการนั้นมาออกแบบในรูปแบบที่หลากหลาย โดยระบุรายละเอียดที่ชัดเจนทั้งขนาด และวัสดุที่ใช้ สำหรับในบทเรียนนี้นักเรียนจะได้วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบเพื่อประเมินว่าสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการดำเนินงานทั้งหมดให้ผู้อื่นได้เข้าใจ

จะทำยังไงดีนะ ที่จะ
สร้างชิ้นงานได้เร็วและ
เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด



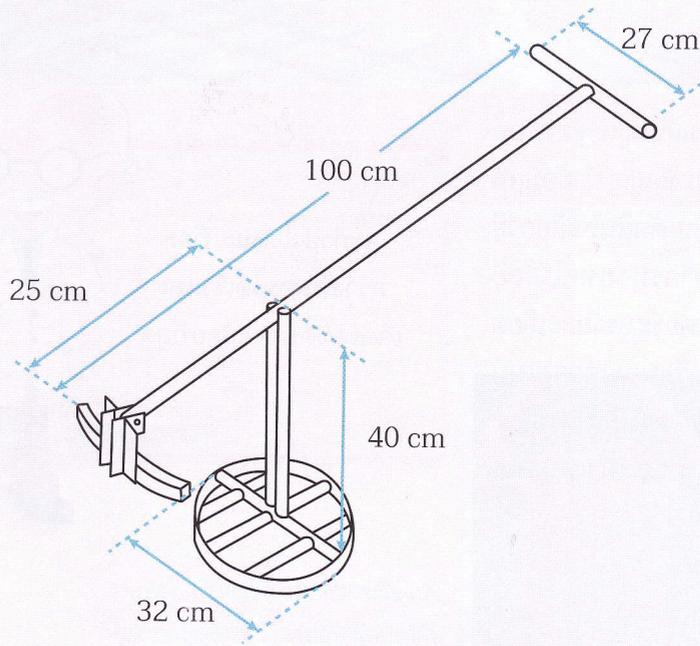
3.1 การวางแผนการแก้ปัญหา

หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ก่อนดำเนินการแก้ปัญหาหรือลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ ต้องมีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานรวมถึงลดความผิดพลาดในการทำงานด้วยการวางแผนจะเริ่มจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของงานที่ต้องปฏิบัติว่าประกอบด้วยงานย่อยอะไรบ้าง จากนั้นเขียนเป็นกิจกรรมที่ต้องทำในแต่ละงาน พร้อมกับระบุระยะเวลาและผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่รับผิดชอบในกิจกรรมนั้น ๆ (หากไม่สามารถระบุเวลาที่แน่นอนได้ สามารถประมาณการหรือกำหนดเป็นช่วงเวลาของการทำงานได้)

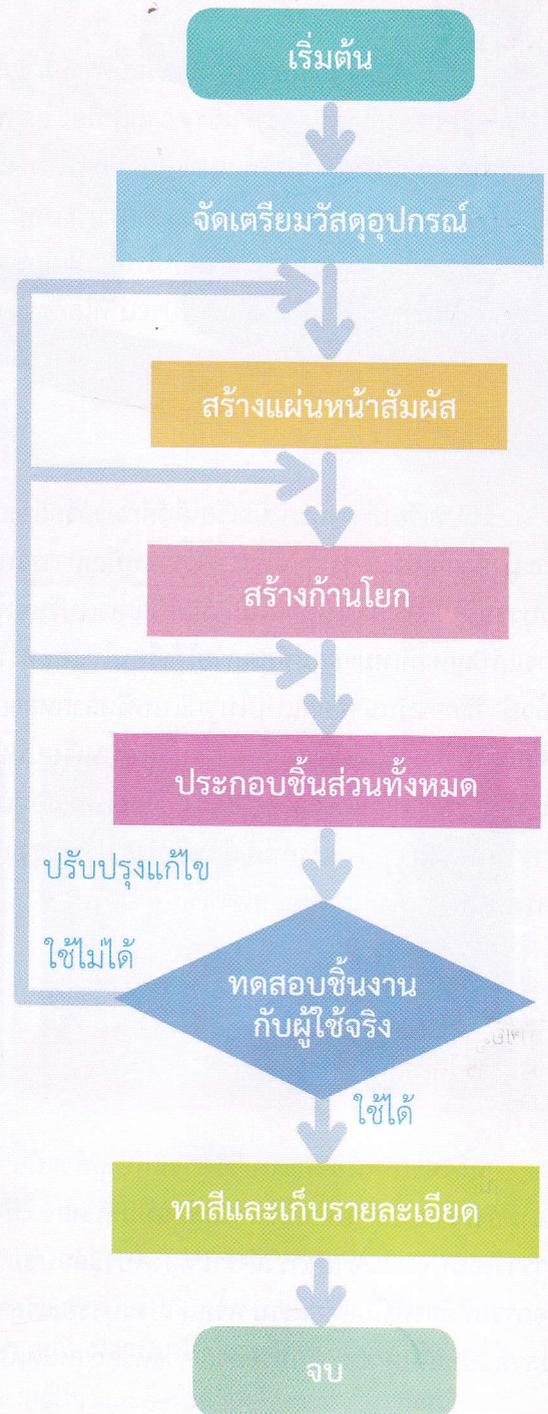
การวางแผนการดำเนินงานสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น ผังงานแสดงลำดับขั้นตอน ตารางการปฏิบัติงาน



มาดูการวางแผนการสร้าง
อุปกรณ์บีบอัดขยะกันก่อนนะครับ



รูป 3.1 ผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน



หลังจากที่กำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานแล้ว จะนำมาจัดทำเป็นตารางดำเนินการที่ระบุเวลาชัดเจน

ตารางการดำเนินการสร้างอุปกรณ์บีบอัดขยะ

กิจกรรม/วันที่	1	2	3	4	5	6	7
จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์	←→						
สร้างแผ่นหน้าสัมผัส		←→					
สร้างก้านโยก			←→				
ประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกัน				←→			
ทดสอบการทำงาน				←→			
ปรับปรุงแก้ไข					←→		
ทาสีและเก็บรายละเอียดงาน						←→	

น้ำหวานมีแผนการออกมาตรการให้ร้านค้า
ในโรงอาหารยกเลิกการใช้แก้วน้ำพลาสติกดังนี้ค่ะ



ตารางการดำเนินงานออกมาตรการให้ร้านค้าและนักเรียนลดการใช้พลาสติก

กิจกรรม/วันที่	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30
ประชุมชี้แจงกิจกรรมให้กับร้านค้า	←→									
ประชาสัมพันธ์กิจกรรมให้กับนักเรียนได้รับทราบแนวปฏิบัติของโครงการ		←→								
เก็บข้อมูลปริมาณขยะในโรงเรียนก่อนเริ่มมาตรการ โดยวัดความสูงของขยะที่อยู่ในถัง		←→								
ใช้มาตรการ		←→								
ประเมินผลการดำเนินงานโดย				←→						
<ul style="list-style-type: none"> วัดความสูงของขยะพลาสติกในถังเดิมที่เคยบันทึกไว้ก่อนเริ่มกิจกรรม แล้วนำตัวเลขมาเปรียบเทียบกันว่ามีปริมาณลดลงหรือไม่ สอบถามปัญหาหรือข้อเสนอแนะจากนักเรียนและร้านค้าที่ใช้มาตรการ 				←→						
นำผลการประเมินมาปรับปรุงแก้ไข										←→
สรุปผลและจัดทำรายงานกิจกรรม										←→



ชวนคิด

นักเรียนลองช่วยกันระดมความคิดว่า ถ้าจะให้ให้น้ำหวานวางแผนในรูปแบบของพนักงาน จะสามารถเขียนได้อย่างไร



กิจกรรมที่ 3.1 | เรื่อง วางแผนการทำงาน

จากกิจกรรมที่ 2.3 และ 2.4 ให้นักเรียนวางแผนการทำงานที่มีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงาน ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน และผู้รับผิดชอบ โดยสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอการวางแผนการทำงานรูปแบบใดก็ได้

3.2 สิ่งที่เราควรรู้ก่อนลงมือสร้างชิ้นงาน

เมื่อได้วางแผนการดำเนินการแล้ว จากนั้นลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่ได้วางไว้ หากเป็นงานที่ต้องลงมือสร้างชิ้นงานที่เกี่ยวกับเหล็ก ไม้ พลาสติก หรืองานที่เกี่ยวกับสารเคมีต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของการใช้วัสดุอุปกรณ์เป็นสำคัญ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานจะรวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องกับลักษณะงาน วิธีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้อง และชุดปฏิบัติงานที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น

การทำงานที่เกี่ยวกับสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมแว่นตา ผ้าปิดจมูก และถุงมือยาง เพื่อป้องกันสารเคมีสัมผัสกับร่างกาย ทั้งการสัมผัส สูดดม และป้องกันสารเคมีกระเด็นเข้าตา



รูป 3.2 ชุดปฏิบัติการสำหรับงานที่เกี่ยวกับสารเคมี



ในการเชื่อมเหล็ก ผู้ปฏิบัติงานจะต้องแต่งกายอย่างมิดชิดด้วยเสื้อผ้าที่หนา ใส่ถุงมือ และหน้ากากป้องกันแสงที่เกิดจากการเชื่อมเหล็ก



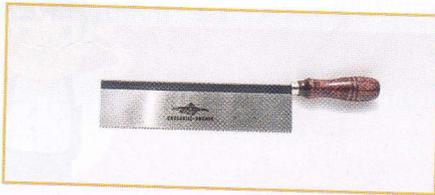
รูป 3.3 ชุดปฏิบัติการสำหรับงานเชื่อมเหล็ก

ภาพด้านล่างเป็นเลื่อยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับงานไม้ แต่ลักษณะรูปร่าง ฟันเลื่อย และวัสดุที่ใช้ทำเลื่อยมีความแตกต่างกัน เนื่องจากจุดประสงค์ในการใช้งานต่างกัน ผู้ปฏิบัติงานควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการ และต้องศึกษาวิธีการใช้งานให้ถูกต้องด้วย



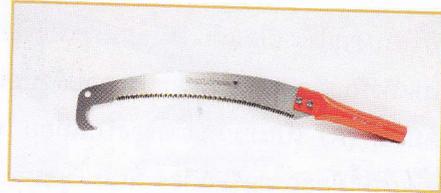
เลื่อยลันดา

ใช้สำหรับตัดไม้ทั่วไป



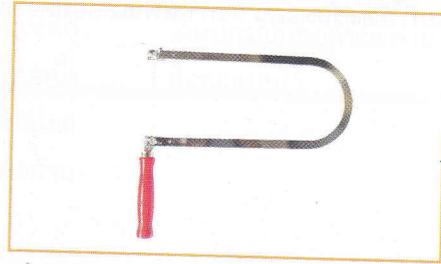
เลื่อยรอก

ใช้สำหรับบากปากไม้เพื่อทำเดือยไม้ และตกแต่งงานไม้ที่ต้องการความประณีต



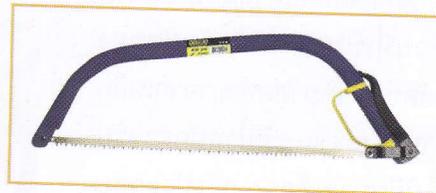
เลื่อยโค้ง

ใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งไม้ทั่วไปที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก



เลื่อยฉลุ

ใช้ฉลุกลดลายที่ต้องการความประณีต



เลื่อยธนู

ใช้ตัดกิ่งไม้ทั้งสดและแห้งหรือตัดต้นไม้เป็นท่อน ๆ เพื่อการเคลื่อนย้ายสำหรับงานก่อสร้าง

รูป 3.4 เลื่อยชนิดต่าง ๆ



ข้อควรระวัง

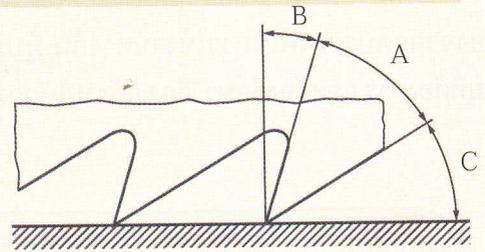
ในการใช้เลื่อยให้ถูกต้องและปลอดภัยนั้น ควรปฏิบัติดังนี้

1. เลือกใช้เลื่อยให้เหมาะสมกับงาน
2. ให้ใช้มือข้างที่ถนัดจับที่ด้าม ส่วนมืออีกข้างให้จับที่โครงเลื่อยหรือประคองเพื่อให้ใบเลื่อยนิ่ง ไม่ส่าย หรือพลิกไปมา
3. ไม่ควรออกแรงกดเลื่อย กระแทกหรือบิด ขณะเลื่อยมากเกินไป เพราะจะทำให้ใบเลื่อยหักเป็นอันตรายได้ ควรออกแรงให้พอดีที่สามารถทำให้เลื่อยดันไปข้างหน้าได้
4. ชันสกรูใบเลื่อยกับด้ามให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ใบเลื่อยหลุดระหว่างการปฏิบัติงานและเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้
5. แต่งกายให้เหมาะสมเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น เช่น ใส่แว่นตานิรภัย เพื่อป้องกันโลหะกระเด็นเมื่อใบเลื่อยหัก ใส่รองเท้านิรภัยเพื่อป้องกันของหนักหล่นใส่เท้า



เกร็ดน่ารู้

ทำไมเลื่อยที่ใช้กับงานไม้เหมือนกันจึงมีลักษณะฟันเลื่อยที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วฟันเลื่อยแต่ละฟันจะประกอบด้วยมุมที่สำคัญ 3 มุม ได้แก่ มุมคมตัด (A) เป็นมุมคมตัดของฟันเลื่อย มุมคายเศษ (B) เป็นมุมที่ใช้ดันเศษไม้ออกจากฟันเลื่อย และ มุมหลบ (C) เป็นมุมที่ทำให้ลดการเสียดสีระหว่างฟันเลื่อยกับชิ้นงาน และช่วยให้เกิดมุมคมตัด หากสังเกตในตารางจะพบว่าฟันเลื่อยที่ตัดวัสดุแข็งจะมีมุมคมตัดที่กว้างกว่าฟันเลื่อยที่ตัดวัสดุอ่อน ซึ่งทำให้ฟันเลื่อยมีความแข็งแรงมากกว่า

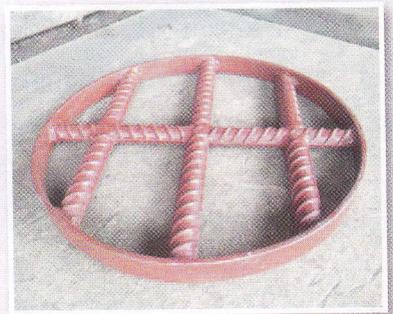
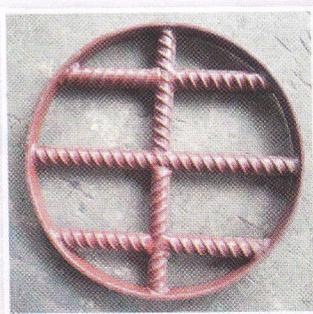


มุมคมฟันเลื่อย	วัสดุแข็ง	วัสดุอ่อน
มุมหลบ (C)	40°	40°
มุมคมตัด (A)	50°	45°
มุมคายเศษ (B)	0°	5°

วางแผนเสร็จแล้ว ต่อก็กี่ลงมือ
สร้างตามแบบกันเลย



เมื่อวางแผนการทำงานแล้ว ต่อก็กี่ลงมือเป็นการลงมือสร้างชิ้นงานตามแบบ โดยเริ่มจากสร้างส่วนที่เป็นแผ่นหน้าสัมผัสของอุปกรณ์บีบอัดขยะ โดยวัสดุทำมาจากเหล็ก เพื่อให้มีความแข็งแรงและมีน้ำหนักสำหรับบีบอัดขยะให้มีขนาดเล็กลง การประกอบเหล็กเข้าด้วยกันแต่ละส่วนใช้วิธีการเชื่อมเหล็กแต่ละท่อนเข้าด้วยกัน



ถัดไปเป็นการสร้างส่วนที่เป็นที่จับยึดถังขยะ โดยใช้เหล็กวงดัด ให้มีความกว้างและความโค้งเท่ากับขอบของถังขยะ จากนั้นยึดเข้ากับก้านโยกด้วยนอต และทำให้จุดเชื่อมต่อระหว่างที่จับยึดถังขยะและก้านโยกสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ เพื่อให้ง่ายต่อการยกก้านโยกขึ้นและลง





เชื่อมปลายอีกด้านหนึ่งของ
ก้านโยกด้วยท่อนเหล็กกลวง
สำหรับทำเป็นที่จับ



เชื่อมแผ่นหน้าสัมผัสกับท่อนเหล็ก
กลวงจำนวน 2 ท่อน ปลายอีกด้านหนึ่ง
ของท่อนเหล็กประกอบเข้ากับก้านโยก
โดยให้สามารถหมุนได้เพื่อให้ก้าน
โยกขึ้นลงได้ขณะบีบอัดขยะ



ได้อุปกรณ์บีบอัดขยะตาม
ที่ออกแบบไว้

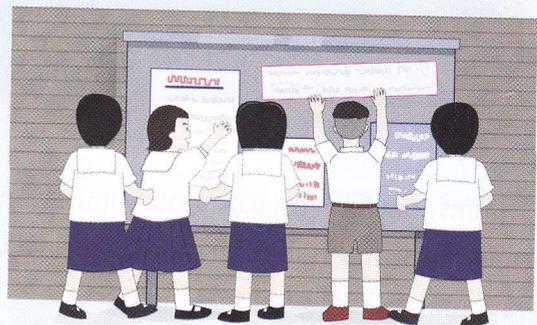


การทำงานเริ่มต้นจากประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ
กับร้านค้าในโรงเรียน ว่าจะมีการยกเลิกการใช้แก้วพลาสติก
แบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง โดยร้านค้าจะต้องซื้อแก้ว
ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ให้ร้านค้ายกเลิกการใช้
หลอดพลาสติก และลดราคาน้ำลงแก้วละ 2 บาท
ถ้านักเรียนนำแก้วมาเอง

ส่วนของน้ำหวานนั้น ขั้นตอน
การให้ร้านค้าและนักเรียน
ลดการใช้พลาสติกมีดังนี้ค่ะ



ปิดป้ายประกาศและประชาสัมพันธ์ทางเสียง
ตามสายเพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงรายละเอียดของ
กิจกรรมและวันที่จะเริ่มดำเนินการตามมาตรการนี้





สำรวจถังขยะในโรงเรียนก่อนวันเริ่มกิจกรรม โดยบันทึกความสูงของขยะพลาสติกที่มีในถังที่มีกจะ มีการทิ้งขยะพลาสติก เพื่อนำตัวเลขมาเปรียบเทียบ ก่อนและหลังดำเนินกิจกรรม โดยประเมินว่าปริมาณ ขยะพลาสติกลดลงไปหรือไม่

เริ่มดำเนินมาตรการ ตามวันที่กำหนดไว้



กิจกรรมที่ 3.2 | เรื่อง ลงมือปฏิบัติงาน

ให้นักเรียนดำเนินการตามแผนงาน จากนั้นถ่ายภาพชิ้นงานที่สร้างเสร็จแล้ว พร้อมระบุเครื่องมือที่ใช้สร้างขึ้นส่วน แต่ละชิ้น หรือในกรณีที่เป็นการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบของวิธีการ ให้ถ่ายภาพระหว่างการทำงานพร้อมเขียนอธิบาย ขั้นตอนการทำงานโดยสังเขป

เมื่อลงมือสร้างชิ้นงานหรือปฏิบัติงานตามแผนที่ได้วางไว้แล้ว ลำดับต่อไปเป็นการทดสอบว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นได้ผลตามที่เรต้องการหรือไม่ หากประเมินแล้วยังไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ก็ให้ปรับปรุงแก้ไขนะ



3.3 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

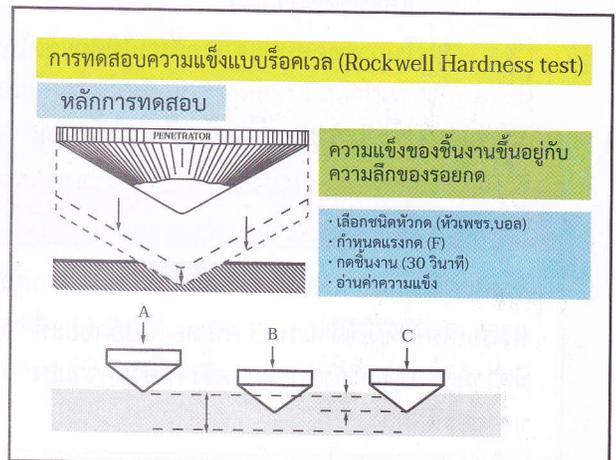
การทดสอบเพื่อประเมินว่าชิ้นงานหรือวิธีการจะแก้ปัญหาได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ควรเริ่มต้นจากการกำหนดประเด็นในการทดสอบก่อน ซึ่งประเด็นที่กำหนดต้องชัดเจน สอดคล้องกับปัญหา และการทดสอบต้องเห็นเป็นรูปธรรม สามารถวัดเป็นปริมาณได้ เมื่อได้ผลการทดสอบแล้ว ก็นำมาประเมินหรือเปรียบเทียบกับสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามที่ตั้งไว้ ก็ใช้ผลการทดสอบเป็นข้อมูลในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ในการทำงานบางอย่าง ไม่สามารถทดสอบชิ้นงานได้จริง เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องงบประมาณ เพราะมีการลงทุนที่สูง เช่น การสร้างบ้าน การสร้างตึก ไม่สามารถทดสอบความแข็งแรงโดยการทุบบ้านหรือตึกได้ เพราะมีการลงทุนสูง แต่วิศวกรจะมีการทดสอบความแข็งแรงโดยการจำลองในคอมพิวเตอร์ หรือทดสอบโครงสร้างบางอย่าง เช่น ทดสอบความแข็งแรงของเหล็กที่จะนำมาใช้สร้างบ้านว่าสามารถรับน้ำหนักได้เพียงพอหรือไม่ เพื่อให้มั่นใจว่าเมื่อสร้างบ้านเสร็จแล้ว บ้านจะไม่พัง แตกร้าว และเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัย

ตัวอย่างการทดสอบความแข็งแรงของเหล็กด้วยวิธีการที่เรียกว่า Rockwell Hardness test เป็นการวัดความลึกของรอยกดโดยใช้แรงกดจากหัวกดที่ทำจากเพชรเนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความแข็งมาก หลักการทำงานคือจะกำหนดแรงกดที่ขนาดต่างกัน กำหนดเวลาในการกด แล้ววัดความลึกของรอยกดว่าอยู่ที่ระยะใด จากนั้นนำค่ามาคำนวณเป็นความแข็งของเหล็ก หากความลึกของรอยกดมากแสดงว่าเหล็กนั้นมีความแข็งน้อย ซึ่งปัจจุบันมีการสร้างเครื่องทดสอบความแข็งที่สามารถอ่านค่าความแข็งของเหล็กออกมาเป็นตัวเลขได้ทันที



รูป 3.5 การทดสอบความแข็งของเหล็ก



เมื่อทำการประเมินผลการทดสอบแล้ว ยังพบปัญหาข้อบกพร่องที่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตามที่กำหนด ก็จะต้องหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้ผลการทดสอบเป็นข้อมูล โดยอาจกลับไปรวบรวมข้อมูลใหม่หรือออกแบบชิ้นงาน หรือเปลี่ยนวัสดุใหม่ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ทำการทดสอบตามประเด็นการทดสอบที่กำหนด แล้วประเมินผลการทำงานอีกครั้ง จนชิ้นงานหรือวิธีการที่พัฒนานั้นสามารถแก้ปัญหาได้ตามที่ต้องการ



นักเรียนอาจเขียนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้นต่อไป

มาดูผลการทดสอบอุปกรณ์บีบอัดขยะของนนท์กันนะครับ ว่าจะใช้งานได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่



ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบอุปกรณ์บีบอัดขยะที่สร้างขึ้นโดยกำหนดประเด็นในการทดสอบให้มีความสอดคล้องกับกรอบของปัญหาที่ระบุไว้ คือ ต้องการหาวิธีการบีบอัดขยะประเภทขวดพลาสติก แก้วพลาสติก ที่ล้นออกมาจากถังขยะในโรงเรียน เพื่อให้มีพื้นที่ว่างในถังมากขึ้น ทำให้เพื่อนนักเรียนคนอื่นสามารถทิ้งขยะลงในถังได้มากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงพักกลางวันที่มีการทิ้งขยะมาก โดยประเด็นที่ต้องทดสอบประกอบด้วย

1. ระยะเวลาบีบอัดที่ได้จริงสอดคล้องกับที่ออกแบบไว้หรือไม่ (12 เซนติเมตร)
2. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์บีบอัดขยะที่สร้างขึ้น
 - 1) จำนวนขยะที่บีบอัดได้ เทียบเท่าจำนวนขยะกี่ถัง
 - 2) ความสะดวกสบายของการใช้งาน
3. เงื่อนไขของการทดสอบ
 - 1) ขยะที่ทดสอบแต่ละครั้งมีปริมาณเท่ากันและเป็นขยะประเภทเดียวกัน คือ แก้วพลาสติก และขวดพลาสติก
 - 2) ในการทดสอบแต่ละครั้งจะใช้ขยะชุดใหม่ที่ยังไม่ผ่านการบีบอัด

การทดสอบที่ 1 ระยะเวลาบีบอัดที่ได้จริง

ประเด็นการทดสอบ	ผลการทดสอบ	ประเมินผล
ระยะเวลาบีบอัดขยะ • ทดสอบโดยให้ผู้ใช้จำนวน 3 คน ลองบีบอัดขยะที่มีความสูง $\frac{3}{4}$ ของถังคนละ 1 ครั้ง เพื่อวัดความสูงของขยะที่ลดลง	ระยะเวลาสูงสุดของขยะที่อยู่ในถัง คนที่ 1 ลดลง 7 เซนติเมตร คนที่ 2 ลดลง 9 เซนติเมตร คนที่ 3 ลดลง 8 เซนติเมตร	ระยะเวลาบีบอัดเฉลี่ยที่อุปกรณ์บีบอัดขยะไม่สอดคล้องกับที่ออกแบบไว้

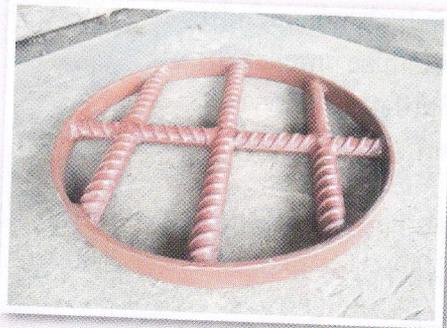


สิ่งตกภายในถังขยะที่กำลังถูกบีบอัดพบว่า มีขยะประเภทแก้วพลาสติก หลุดลอดมาตามช่องว่างของแผ่นหน้าสัมผัส

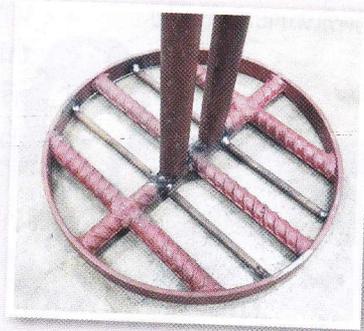


รูป 3.6 การทดสอบอุปกรณ์บีบอัดขยะ

ปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบ คือ แก้วพลาสติกบางส่วนหลุดลอดออกมาทางช่องว่างของแผ่นหน้าสัมผัส ปรับปรุงโดยลดช่องว่างของแผ่นหน้าสัมผัสที่ไขกดยขยะ ด้วยการเพิ่มเหล็กตามแนวขนานหรือแนวขวางกับเหล็กอันเดิม



แผ่นหน้าสัมผัสก่อนการปรับปรุงแก้ไข



แผ่นหน้าสัมผัสหลังการปรับปรุงแก้ไข



รูป 3.7 เปรียบเทียบแผ่นหน้าสัมผัสก่อนและหลังการปรับปรุงแก้ไข

หลังจากการปรับปรุงแก้ไขแผ่นหน้าสัมผัสแล้ว จึงนำไปทดสอบอีกครั้ง โดยผลการทดสอบแสดงในตารางต่อไปนี้

ประเด็นการทดสอบ	ผลการทดสอบ	ประเมินผล
ระยะบีบอัดขยะ <ul style="list-style-type: none"> ทดสอบโดยให้ผู้ใช้จำนวน 3 คน ลองบีบอัดขยะที่มีความสูง $\frac{3}{4}$ ของถังคนละ 1 ครั้ง เพื่อวัดความสูงของขยะที่ลดลง 	ระยะความสูงของขยะที่อยู่ในถัง <ul style="list-style-type: none"> คนที่ 1 ลดลง 12 เซนติเมตร คนที่ 2 ลดลง 11 เซนติเมตร คนที่ 3 ลดลง 13 เซนติเมตร 	ระยะบีบอัดเฉลี่ยที่อุปกรณ์บีบอัดขยะที่ปรับปรุงแล้วสามารถทำได้สอดคล้องกับที่ออกแบบไว้

การทดสอบที่ 2 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์บีบอัดขยะที่สร้างขึ้น

ประเด็นการทดสอบ	ผลการทดสอบ	ประเมินผล
<p>ระยะบีบอัดขยะ</p> <ul style="list-style-type: none"> ทดสอบโดยให้ผู้ใช้จำนวน 3 คน ลองบีบอัดขยะที่มีความสูง $\frac{3}{4}$ ของถัง 1 ครั้ง หลังจากนั้นเติมขยะใหม่เข้าไปในถังให้มีความสูง $\frac{3}{4}$ ของถัง เพื่อให้ผู้ทดสอบบีบอัด 1 ครั้ง ทำซ้ำจนกระทั่งไม่สามารถบีบอัดได้ 	<p>ปริมาณขยะที่บีบอัดได้</p> <p>คนที่ 1 เทียบเท่าปริมาณขยะ 1.5 ถึง คนที่ 2 เทียบเท่าปริมาณขยะ 1.8 ถึง คนที่ 3 เทียบเท่าปริมาณขยะ 1.2 ถึง</p>	ปริมาณขยะที่บีบอัดได้โดยเฉลี่ย คือ 1.5 ถึง
<p>สอบถามผู้ทดสอบในประเด็นต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ความยาก-ง่ายในการใช้ น้ำหนักของคั่นโยกที่มีผลต่อการใช้ ขนาดของอุปกรณ์บีบอัดที่เหมาะสมกับผู้ใช้ 	<p>ผู้ใช้ทั้งสามคนให้ความเห็นตรงกันว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> สามารถใช้อุปกรณ์บีบอัดขยะได้ง่ายไม่ยุ่งยาก น้ำหนักของคั่นโยกไม่หนักจนเกินไป ขนาดของคั่นโยกมีความพอดีและไม่สูงหรือต่ำจนเกินไปจนทำให้เกิดการปวดเมื่อยแขน 	ขนาดของอุปกรณ์บีบอัดเหมาะสมกับผู้ใช้งาน แต่ที่จับขอบถัง หลุดออกจากขอบถังขณะใช้งาน

ปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบ คือ ขณะใช้งานพบว่าที่จับยึดหลุดจากขอบถังขยะ

การปรับปรุงแก้ไข

จากการประเมินผลการทดสอบอุปกรณ์บีบอัดขยะ ยังพบประเด็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไข คือ ปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบที่ 2 ขณะใช้งานพบว่าที่จับยึดหลุดจากขอบถัง เนื่องจากไม่มีที่ยึดเมื่อขยับอุปกรณ์ไปด้านหน้า จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขโดยเพิ่มที่จับยึดขอบด้านบนของถังขยะสองจุด



ที่จับยึดถังขยะแบบเดิม

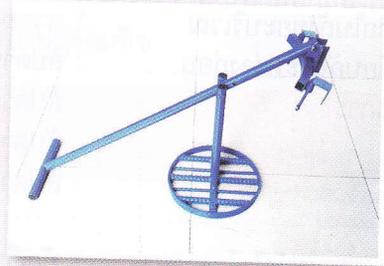


ที่จับยึดถังขยะหลังการปรับปรุงแก้ไขแล้ว



รูป 3.8 เปรียบเทียบที่จับยึดถังขยะก่อนและหลังการปรับปรุงแก้ไข

นำอุปกรณ์บีบอัดขยะที่ได้ปรับปรุงแก้ไขไปทดสอบอีกครั้ง พบว่าสามารถบีบอัดขยะได้ดี ที่จับยึดไม่หลุดออกจากขอบถัง และวัดความสูงของขยะประเภทขวด แก้วน้ำพลาสติกที่อยู่ในถังแล้วเปรียบเทียบกับก่อนและหลังใช้แล้วพบว่า มีความสูงลดลงโดยเฉลี่ย 10-12 เซนติเมตรต่อครั้ง ปริมาณขยะที่บีบอัดได้โดยเฉลี่ย คือ 1.5 ถัง และสอบถามผู้ใช้งานแล้ว พบว่าสามารถใช้งานได้สะดวก จากนั้นจึงทาสีและเก็บรายละเอียดชิ้นงานให้เรียบร้อย



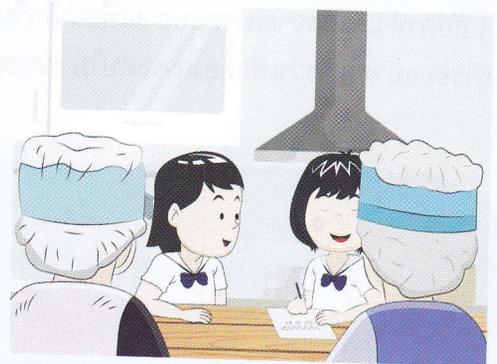
รูป 3.9 อุปกรณ์บีบอัดขยะหลังการปรับปรุงแก้ไข

ต่อไปเป็นการทดสอบผลการออกมาตรการให้ร้านค้าและนักเรียนลดการใช้พลาสติก โดยยกเลิกการใช้แก้วพลาสติกในโรงอาหารดังนี้



มาดูผลการออกมาตรการของน้ำหวานกันนะคะ ว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด

สำรวจถังขยะในโรงเรียน โดยบันทึกปริมาณของขยะประเภทพลาสติกทั้งก่อนและหลังการออกมาตรการ ว่ามีปริมาณขยะลดลงหรือไม่ รวมทั้งวัดความสูงของปริมาณขยะในถังเปรียบเทียบกับทั้งก่อนและหลังการออกมาตรการ



สอบถามเพื่อนนักเรียนและแม่ค้าในโรงอาหารเกี่ยวกับการใช้มาตรการ

ตารางผลการทดสอบการออกมาตรการ

ประเด็นการทดสอบ	ผลการทดสอบ	ประเมินผล
วัดปริมาณขยะพลาสติกในถังขยะบริเวณโรงเรียน โดยเปรียบเทียบกับกันระหว่างก่อนและหลังการออกมาตรการ	ความสูงของขยะในถัง สัปดาห์ที่ 1 ลดลง 5 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 2 ลดลง 5 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 3 ลดลง 7 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 4 ลดลง 8 เซนติเมตร	การออกมาตรการลดการใช้พลาสติกช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกในบริเวณโรงเรียนได้
สอบถามเพื่อนนักเรียนและแม่ค้าในร้านอาหารเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ 1) ความเข้าใจในจุดประสงค์ของมาตรการลดการใช้แก้วพลาสติกในร้านอาหาร 2) ความยุ่งยากที่เกิดจากการใช้มาตรการ 3) ปัญหา และอุปสรรค	นักเรียนในโรงเรียนรวมทั้งร้านค้าในร้านอาหารมีความเข้าใจถึงจุดประสงค์ของมาตรการว่าเพื่อต้องการลดปริมาณขยะพลาสติกในโรงเรียน และขั้นตอนของการปฏิบัติตามมาตรการไม่มีความยุ่งยาก และยังไม่พบปัญหาใด ๆ จากการใช้มาตรการนี้	นักเรียนและแม่ค้าในร้านอาหารให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามมาตรการเป็นอย่างดี

จากผลการทดสอบการดำเนินงานพบว่า หลังจากการออกมาตรการลดการใช้แก้วและขวดพลาสติกในโรงเรียนไปแล้ว ปริมาณขยะประเภทแก้วพลาสติกได้ลดลงอย่างต่อเนื่อง สืบเกิดได้จากความสูงของขยะที่อยู่ในถังขยะต่อเนื่อง 4 สัปดาห์ และผลจากการสอบถามเพื่อนนักเรียนและแม่ค้าในโรงเรียนพบว่าส่วนใหญ่มีความเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการออกมาตรการว่าเพื่อต้องการลดปริมาณขยะในโรงเรียน และไม่พบความยุ่งยากในการปฏิบัติตามมาตรการ

ผลการออกมาตรการของนำหวานถือว่าประสบผลสำเร็จตามที่ตั้งไว้ จึงไม่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นจะดำเนินมาตรการอย่างต่อเนื่อง และประเมินผลเป็นระยะ เมื่อพบปัญหาจึงจะนำผลการดำเนินงานมาพิจารณาหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขกันต่อไปนะคะ





กิจกรรมที่ 3.3 | เรื่อง ทดสอบการทำงาน

หลังจากปฏิบัติงานในกิจกรรมที่ 3.2 ให้นักเรียนกำหนดประเด็นในการทดสอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้ พร้อมระบุวิธีการทดสอบ ผลการทดสอบ และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

ประเด็นการทดสอบ	ผลการทดสอบ	ประเมินผล

แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

ทำงานเสร็จสิ้นตามภารกิจแล้ว ต่อไปก็มานำเสนอการดำเนินงานให้ผู้อื่นเข้าใจกันนะครับว่า
ตลอดกระบวนการแก้ปัญหา เราได้ดำเนินการอย่างไรบ้าง

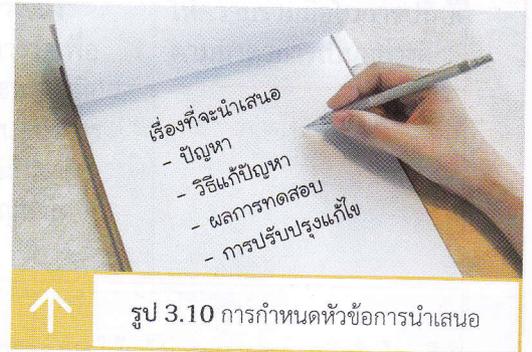


3.4 การนำเสนอ

การนำเสนอการดำเนินงานเพื่อแก้ปัญหามีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้งหมด ตั้งแต่การกำหนดปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ลงมือสร้างชิ้นงาน ผลการทดสอบ แนวทางการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน นอกจากนี้การนำเสนอยังถือเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะที่จะนำไปใช้ในการพัฒนางานต่อไป

ในการนำเสนอผลการดำเนินงาน ควรพิจารณาถึงประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อและขอบเขตในการนำเสนอให้ชัดเจนว่าต้องการสื่อสารข้อมูลอะไรให้ผู้ฟัง โดยเริ่มจากการเขียนเป็นหัวข้อเรียงลำดับสิ่งที่จะพูดก่อนหรือหลัง จากนั้นจึงเพิ่มเติมรายละเอียดในแต่ละหัวข้อให้สมบูรณ์



รูป 3.10 การกำหนดหัวข้อการนำเสนอ

2. กำหนดสื่อและรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบสื่อประกอบการนำเสนอ เช่น

- 1) เวลาที่ใช้ในการนำเสนอ หากเวลานี้น้อยควรเลือกใช้วิธีการนำเสนอสั้น กระชับ เข้าใจง่าย
- 2) ผู้ฟัง หากเป็นเด็กเล็กอาจเน้นการใช้ภาพ หากเป็นผู้ใหญ่อาจนำเสนอโดยใช้กราฟ หรือตาราง

สำหรับรูปแบบในการนำเสนอสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น โปสเตอร์ การบรรยายประกอบสื่อ การทำอินโฟกราฟิก ในรูปแบบภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว

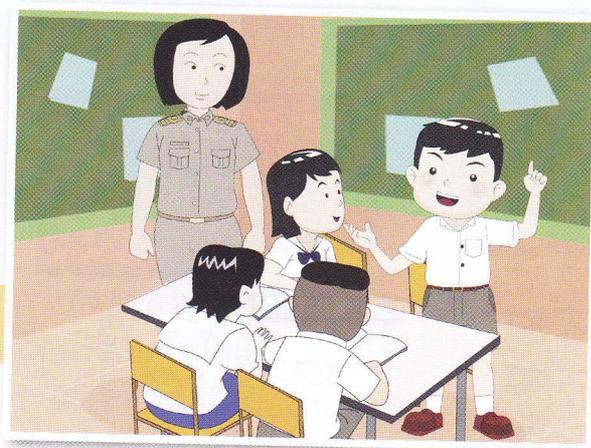
ตัวอย่างอินโฟกราฟิกแสดงแนวคิดเกษตรทฤษฎีใหม่ ตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช แสดงดังรูป 3.11



รูป 3.11 อินโฟกราฟิกแสดงแนวคิดเกษตรทฤษฎีใหม่

3. นำเสนอด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย ลำดับเรื่องราวอย่างเป็นขั้นตอน เน้นประเด็นที่สำคัญของเนื้อหา มีการถามตอบเพื่อกระตุ้นความสนใจและเปิดโอกาสให้ผู้ฟังให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการปรับปรุงพัฒนางานให้ดีขึ้น

รูป 3.12 การนำเสนอด้วยวาจา



เกร็ดน่ารู้

ปัจจุบันมีโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันที่ช่วยให้การนำเสนอมีความน่าสนใจ ชัดเจน เข้าใจง่าย โดยสามารถนำเสนอในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว (animation) อินโฟกราฟฟิก (infographic) ซึ่งผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมมาใช้ตามความต้องการในอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีทั้งแบบมีค่าใช้จ่ายและไม่มีการคิดค่าบริการ



ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับทำ animation



ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับทำ Infographic
มีการวาง template ให้เลือกอย่างหลากหลายตามความต้องการ



สื่อเสริม เพิ่มความรู้

นักเรียนสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโปรแกรมสำหรับทำอินโฟกราฟฟิก
ได้ที่ <http://ipst.me/9129>





การวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติงานโดยระบุขั้นตอนการทำงานและระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนจะช่วยลดข้อผิดพลาดของการทำงาน ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการทำงานมากขึ้น

ในการลงมือปฏิบัติงานควรเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการทำงานอย่างเหมาะสมกับประเภทของงานและใช้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย

หลังจากลงมือปฏิบัติงานเสร็จแล้ว ก่อนที่จะทดสอบการทำงานควรกำหนดประเด็นในการทดสอบ เพื่อให้การทดสอบมีเป้าหมายชัดเจน ซึ่งประเด็นในการทดสอบนั้นต้องสอดคล้องกับปัญหา สามารถวัดเป็นปริมาณได้ เมื่อได้ผลการทดสอบแล้ว จะนำมาประเมินหรือเปรียบเทียบว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากไม่ได้ก็จะใช้ผลการทดสอบเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขงานขึ้นงานหรือวิธีการสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ จากนั้นจึงนำเสนอการดำเนินงานให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาตั้งแต่การระบุปัญหาจนถึงการได้ขึ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน พร้อมทั้งรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้อื่น เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนางานต่อไป



กิจกรรมท้ายบท | เรื่อง นำเสนอการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนนำเสนอผลการดำเนินงานจากกิจกรรมที่ผ่านมาทั้งหมด โดยกำหนดหัวข้อในการนำเสนอ รูปแบบการนำเสนอ พร้อมทั้งบันทึกคำถามหรือข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ฟัง

1. หัวข้อในการนำเสนอ

2. รูปแบบการนำเสนอ

3. คำถาม ข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ฟัง

4

คาดการณ์เทคโนโลยีในอนาคต

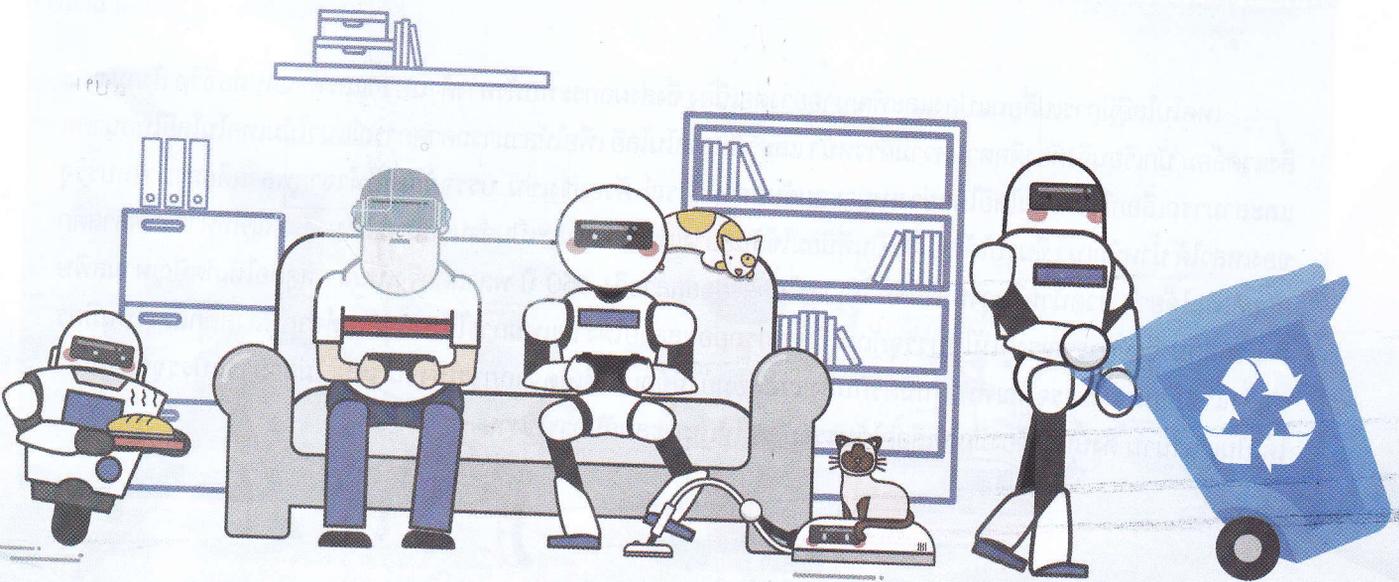


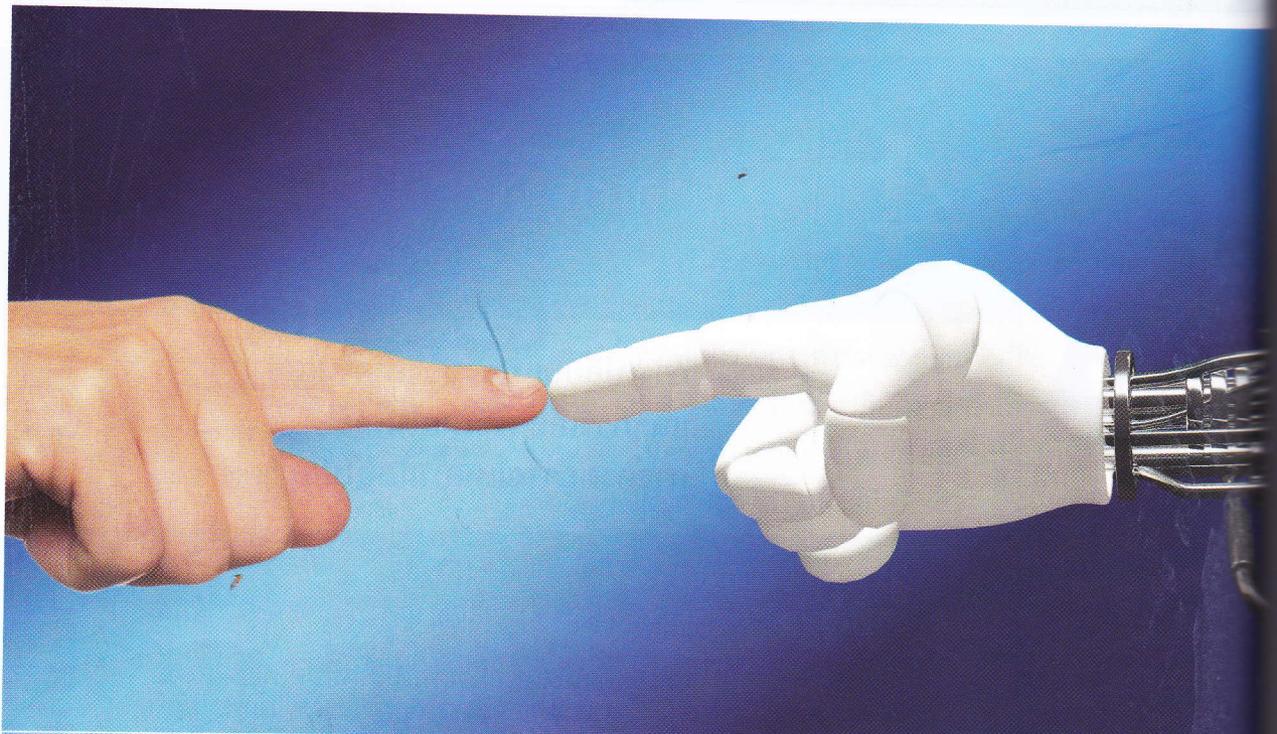
- การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และการเลือกใช้เทคโนโลยี
- การคาดการณ์เทคโนโลยีในอนาคต



จุดประสงค์ของบทเรียน

1. เลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีในอนาคต





บทที่ 4 คาดการณ์เทคโนโลยีในอนาคต



การนำไปใช้

เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านบวกและด้านลบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนจึงต้องติดตามความก้าวหน้า และรู้ทันเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถคาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีในอนาคต และสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกสามารถบรรจของเหลวได้ น้ำหนักเบา ขึ้นรูปได้ง่าย จึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นจำนวนมาก แต่บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกย่อยสลายได้ยาก ขวดน้ำหรือถุงพลาสติก ใช้เวลาในการย่อยสลายถึง 450 ปี พลาสติกจึงเป็นสาเหตุก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการรณรงค์ให้ใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายแทนการใช้บรรจุภัณฑ์จากพลาสติกและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมยังมีข้อเสียที่เกิดจากการใช้งาน เช่น ไม่สามารถบรรจุของเหลวได้เป็นเวลานาน ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน



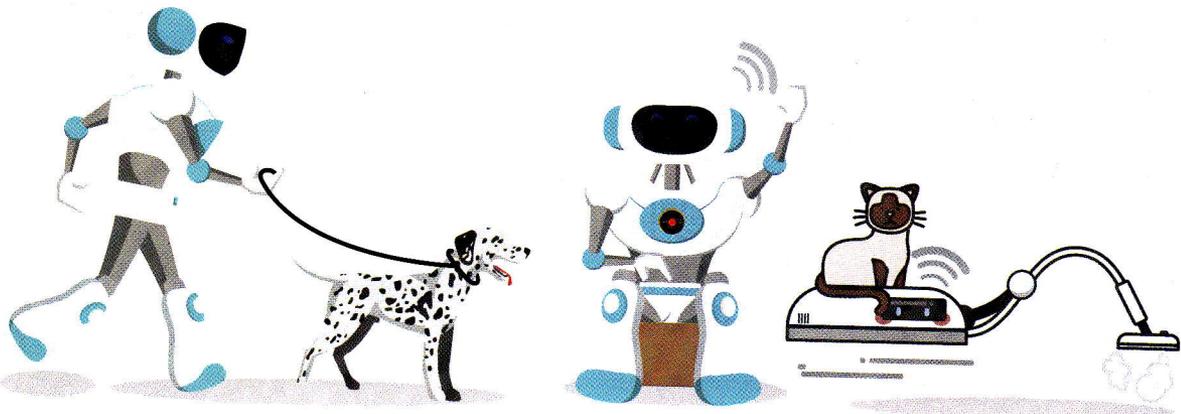
ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

นักเรียนทราบแล้วว่า เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างหรือพัฒนาขึ้น อาจเป็นได้ทั้งชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อใช้แก้ปัญหา สนองความต้องการ หรือเพิ่มความสามารถในการทำงานของมนุษย์ เนื่องจากความต้องการของมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนี้อาจเป็นการพัฒนา ปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือกลไกการทำงาน ปรับเปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ เพื่อให้เทคโนโลยีตอบสนองความต้องการของมนุษย์มากขึ้น

4.1 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และการเลือกใช้เทคโนโลยี

เมื่อศึกษาย้อนไปในอดีตจะพบว่าเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง รูปทรง กลไกการทำงาน วิธีการใช้งาน วัสดุ และวิธีการผลิต เพื่อให้มีความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาเกิดจากปัจจัยหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ สภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีส่งผลให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีอายุยืนยาวขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้ทรัพยากรมากขึ้น จนเกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ

ดังนั้นการเลือกใช้หรือการพัฒนาเทคโนโลยีต้องคำนึงถึงผลกระทบทั้งทางด้านบวกและด้านลบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและการเลือกใช้เทคโนโลยี การจัดการปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม จากหัวข้อต่อไป





เกร็ดน่ารู้

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย



เทกล้างแจ้ง

เมื่อมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้น จึงมีการนำขยะมูลฝอยไปกำจัดโดยการเทกองรวมกันไว้กลางแจ้งในพื้นที่ว่างเปล่า เพื่อให้ขยะมูลฝอยเน่าเปื่อยตามธรรมชาติ

- เป็นวิธีที่ง่ายและไม่ยุ่งยากต่อการจัดการขยะมูลฝอย และใช้งบประมาณน้อย
- เป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อโรค และเกิดกลิ่นรบกวน
- ใช้พื้นที่มาก ทำให้บ้านเมืองสกปรกและไม่เป็นระเบียบ ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว
- เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ดิน อากาศ และทัศนียภาพ



ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

ขยะมูลฝอยส่งกลิ่นรบกวน เป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค จึงมีการนำขยะมูลฝอยมาฝังกลบในบ่อขยะที่จัดเตรียมไว้ โดยมีการออกแบบและก่อสร้างตามหลักวิชาการ เช่น การปูพื้นบ่อขยะด้วยพลาสติกกันซึม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะขยะลงสู่แหล่งน้ำหรือปนเปื้อนลงในดิน การวางท่อระบายแก๊สที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่อยู่ในบ่อขยะ

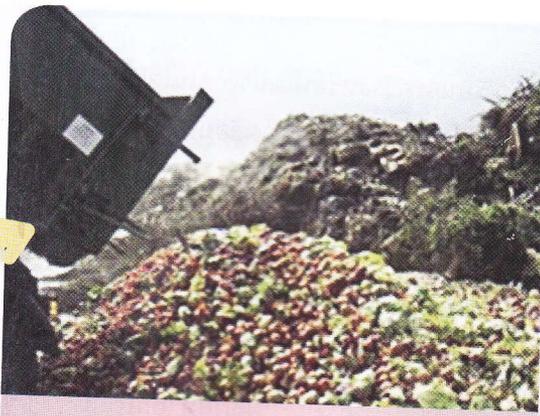
- เป็นระบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าดูแลระบบไม่สูง
- สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท ยกเว้นขยะพิษ และขยะติดเชื้อ
- แก๊สมีเทนที่เกิดจากการฝังกลบสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้
- ใช้พื้นที่ฝังกลบมาก และพื้นที่ต้องห่างไกลจากชุมชน
- มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะมูลฝอย
- ใช้ดินกลบทับขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมาก



สื่อเสริม เพิ่มความรู้

นักเรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลได้ที่ <http://ipst.me/9130>





หมักทำปุ๋ย

ขยะอินทรีย์ (เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ ของเหลือจากการเกษตร) เพิ่มมากขึ้น พื้นที่ไม่เพียงพอต่อการฝังกลบ จึงใช้ความรู้เรื่องการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยนำขยะอินทรีย์มาผ่านกระบวนการหมักให้เป็นปุ๋ย เพื่อปรับปรุงคุณภาพดิน

- สร้างประโยชน์จากขยะอินทรีย์ โดยการผลิตปุ๋ย
- มีการคัดแยกขยะอินทรีย์ก่อนเข้ากระบวนการหมักทำปุ๋ย
- พื้นที่ในการทำปุ๋ยหมักต้องห่างไกลจากชุมชน เพื่อป้องกันกลิ่นรบกวน
- มีการดูแลระบบอย่างสม่ำเสมอ เช่น การพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก



เตาเผาในชุมชน

เมื่อพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการจัดการขยะมูลฝอยแบบ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล แต่มีความรู้ในเรื่อง เทคโนโลยีการเผาไหม้มากขึ้น จึงมีการสร้างเตาเผาชุมชน ที่มีขนาดเล็กสามารถจัดการขยะมูลฝอยปริมาณไม่มาก ได้เป็นอย่างดี

- ไม่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยตกค้างในชุมชน
- ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะมูลฝอย
- ใช้พื้นที่ในการจัดการขยะมูลฝอยน้อย
- ก่อนการเผามีการคัดแยกขยะอินทรีย์และขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง จากการเผาไหม้ ซึ่งเป็นผลเสียต่อระบบหายใจ
- มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าดำเนินการดูแลระบบ



เตาเผาเพื่อผลิตพลังงาน

ขยะมูลฝอยมีจำนวนมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เตาเผาชุมชน ไม่สามารถกำจัดได้หมด และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น จึงมีการนำความรู้ในเรื่องการนำพลังงานความร้อน จากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า เกิดเป็นแนวคิด “เปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน”

- ใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า
- ใช้พื้นที่น้อย ไม่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยตกค้าง
- หากดำเนินการไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทำให้ระคายเคืองกับระบบหายใจ
- เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ ต้องนำไปกำจัดด้วยวิธี ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล
- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าดำเนินการดูแลระบบสูง



ชวนคิด

เมื่อมีความรู้และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น นักเรียนจะสร้างหรือพัฒนาเทคโนโลยีใดในการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อให้เกิดผลกระทบในด้านลบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด



เกร็ดน่ารู้

ระบบการทำปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ



ตัวป้อน (input)
ขยะอินทรีย์

กระบวนการทำงาน (process)

1. ตัดหรือสับขยะให้มีขนาด 0.5-1.5 เซนติเมตร เพื่อให้ย่อยสลายได้ง่าย
2. เทปุ๋ยคอก และแกลบดำลงบนบ่อหมัก
3. นำขยะอินทรีย์ที่สับไว้ในข้อ 1 ประมาณครึ่งหนึ่ง คลุกผสมกับปุ๋ยคอก และใส่ลงในบ่อ
4. รดหัวเชื้อชีวภาพ และกากน้ำตาลลงบนขยะในข้อ 3
5. ใส่ขยะอินทรีย์ที่เหลือจนเต็มบ่อเสมอเท่ากับปากบ่อ ให้นำผ้าพลาสติกมาคลุม ประมาณ 1 เดือน ในระหว่างนั้นให้เปิดพลาสติกคลุมขยะเป็นระยะ ๆ ตามความเหมาะสม ซึ่งเป็นการเติมอากาศให้กับกองปุ๋ย

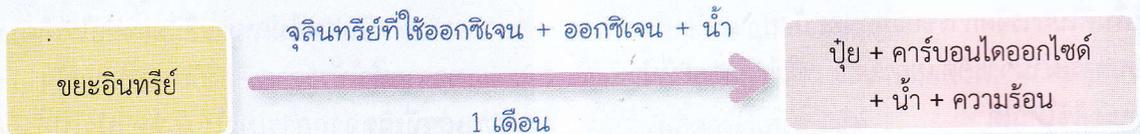


ผลผลิต (output)
ปุ๋ยหมักสีดำ มีเนื้อละเอียดร่วนซุย กลิ่นคล้ายดิน

ข้อมูลย้อนกลับ (feedback)

ความชื้น สี กลิ่น ความร่วนซุย และปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมของปุ๋ย

การทำปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ (aerobic decomposition) เป็นกระบวนการที่ใช้จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นปุ๋ยหรือฮิวมัส (humus) ที่มีองค์ประกอบของสารประกอบไนเตรต และสารประกอบซัลเฟต ซึ่งต้องมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ คือมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อการให้ของจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ขยะอินทรีย์จะต้องมีสารประกอบไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ และมีน้ำประมาณร้อยละ 40-60 ของน้ำหนักขยะอินทรีย์ โดยผลผลิตที่ได้จากการทำปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ คือ ความร้อน ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และวัตถุอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วที่เรียกว่า “ปุ๋ยหรือฮิวมัส”



ปุ๋ยที่ได้จากกระบวนการหมักจะต้องมีสีดำ มีเนื้อละเอียดร่วนซุย กลิ่นคล้ายดิน ถ้าไม่ได้ตามต้องการจะต้องปรับปรุงกระบวนการหมักใหม่ โดยใช้ข้อมูลย้อนกลับที่เกี่ยวกับความชื้น สี กลิ่น และความร่วนซุยของปุ๋ย



สื่อเสริม เพิ่มความรู้

นักเรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยได้ที่ - <http://ipst.me/9131>



การเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการขยะมูลฝอย

จากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย จะพบว่าเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยมีหลายประเภท ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมเป็นอันดับแรก และในการเลือกใช้เทคโนโลยีใดจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- **ลักษณะของขยะมูลฝอย** ถ้าเป็นขยะอินทรีย์สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักได้ ในขณะที่ขยะมูลฝอยทั่วไปสามารถนำไปเผาเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ส่วนขยะที่เป็นโลหะหรือพลาสติกเป็นขยะที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้โดยผ่านกระบวนการผลิตใหม่ และถ้าเป็นขยะพิษให้นำไปจัดการตามวิธีการที่เหมาะสมกับขยะประเภทนั้น ๆ
- **สถานที่ในการจัดการขยะ** ถ้ามีพื้นที่ว่างมากพออาจเลือกวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล แต่ต้องคำนึงด้วยว่ากลิ่นจากบ่อขยะฝังกลบจะรบกวนประชาชนหรือไม่ ถ้าไม่มีพื้นที่ว่างอาจเลือกวิธีการเผาโดยใช้เตาเผาในชุมชนหรือเตาเผาเพื่อผลิตพลังงาน
- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุน** ในการจัดการขยะมูลฝอยต้องคำนึงถึงงบประมาณในการก่อสร้างระบบแต่ละประเภทว่าเหมาะสมหรือคุ้มทุนหรือไม่ เช่น ในชุมชนเมืองที่ดินมีราคาแพง ไม่เหมาะสมกับวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เพราะต้องใช้พื้นที่เป็นจำนวนมาก



ขยะมูลฝอยไม่ใช่สิ่งไร้ค่า สามารถนำมาผลิตพลังงานความร้อนได้ โดยวิธีการเผาด้วยเตาเผาขยะ เพื่อผลิตพลังงาน



เกร็ดน่ารู้

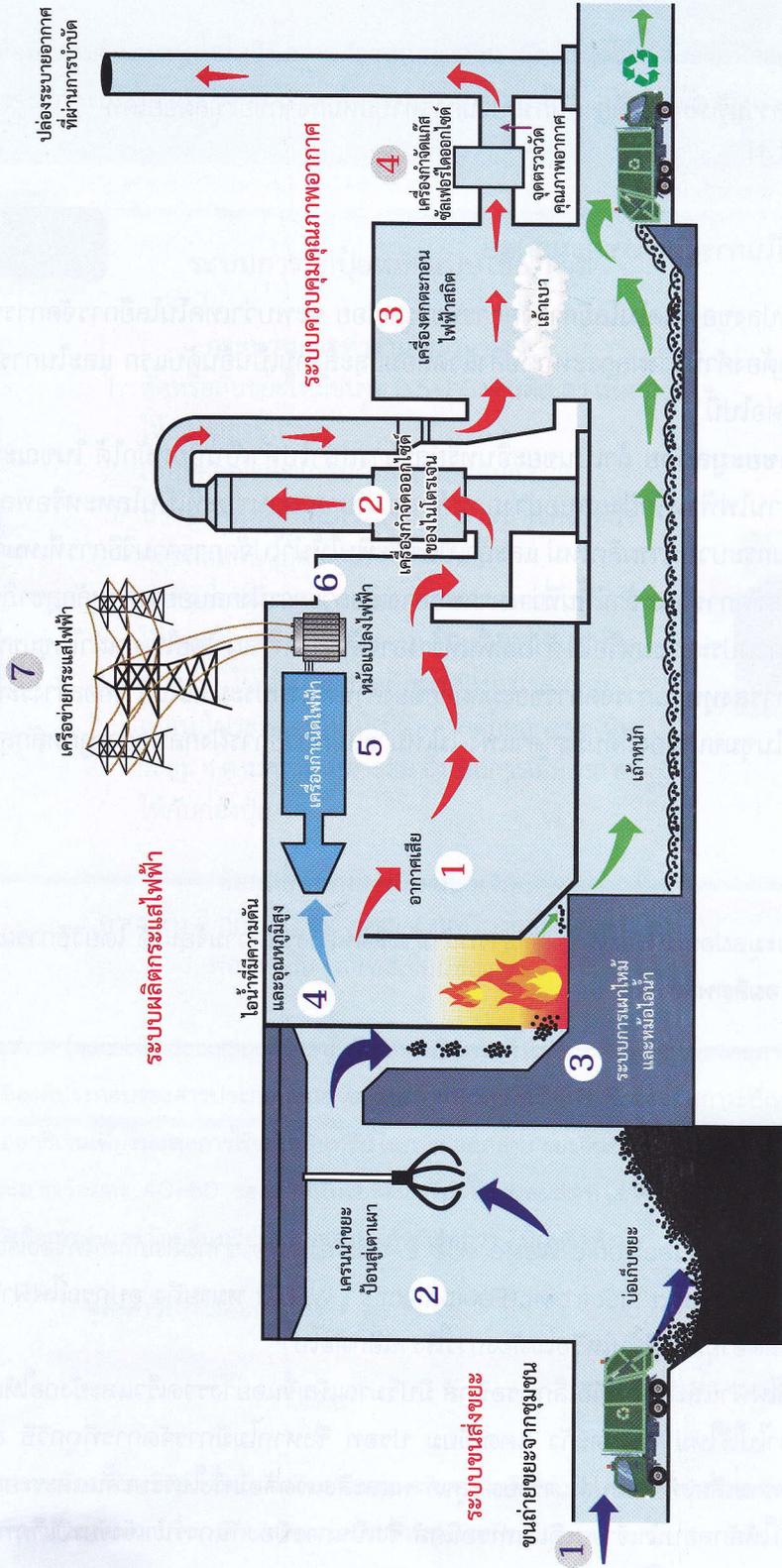
ขยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Waste หรือ E-waste) หรือ ซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ (Waste from Electrical and Electronic Equipment's : WEEE) หมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่เป็นที่ต้องการ ล้าสมัย หมดอายุการใช้งานหรือไม่ต้องการใช้งานอีกต่อไป

ซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและยังก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างจากการนำโลหะมีค่าไปใช้ใหม่ เช่น ตะกั่ว แคดเมียมปรอท ซึ่งหากไม่มีการจัดการที่ถูกต้อง อาจก่อให้เกิดการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม และมีความเสี่ยงที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ปัจจุบันมีอนุสัญญาบาเซล ในการห้ามมิให้ลักลอบนำเข้าขยะอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการป้องกันการนำเข้าขยะอิเล็กทรอนิกส์จากต่างประเทศ



เกริ่นนำ

แผนผังกระบวนการทำงานของโรงงานผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย



หมายเหตุ : ถังเก็บและถังเผาที่เกิดขึ้นนำไปฝังกลบ หรือนำไปใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบของคอนกรีต

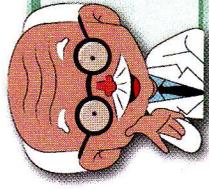
คำอธิบายกระบวนการทำงาน

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า

1. รถชนถ่ายขยะ ทำหน้าที่ขนขยะมูลฝอยจากชุมชนมาสู่บ่อเก็บขยะ
2. เครื่องหรือถังหมัก ทำหน้าที่ตกและบ้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ของเตาเผาด้วยแรงโน้มถ่วง
3. หม้อต้มไอน้ำ มีอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 800-1,000 C° เพื่อเผาไหม้ขยะแล้วได้พลังงานความร้อนออกมา นำความร้อนไปต้มน้ำได้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูง
4. ไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูง
5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เปลี่ยนพลังงานกล (ไอน้ำขับเคลื่อนกังหันหมุน) เป็นพลังงานไฟฟ้า
6. หม้อแลกเปลี่ยนไฟฟ้า แปลงไฟฟ้าจากกระแสสูงและแรงดันต่ำให้เป็นกระแสต่ำแรงดันสูง เพื่อนำเข้าระบบส่งจ่าย (V=IR)
7. เครื่องถ่ายกระแสไฟฟ้า ใช้สำหรับกระจายไฟฟ้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค

ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ

1. ไอเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) และฝุ่นละออง
2. เครื่องกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจน ทำงานโดยพ่นแอมโมเนีย (NH₃) เพื่อทำปฏิกิริยา (ออกซิเดชัน) กับไอเสียที่มีแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NO) และมีตัวเร่งปฏิกิริยาในระบบ เกิดเป็นไนโตรเจน (N₂) และน้ำ (H₂O)
$$4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightarrow 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
3. เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต ทำหน้าที่กำจัดฝุ่นละอองขนาดเล็กออกจากไอเสีย โดยอาศัยแรงทางประจุไฟฟ้าในการแยกฝุ่นออกจากไอเสีย ซึ่งสามารถกำจัดฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนได้
4. เครื่องกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ใช้หินปูน (CaCO₃) เป็นตัวดูดซับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ได้ยิบซัม (CaSO₄·2H₂O) ออกมา
$$\text{SO}_2 + \text{CaCO}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$



เรารู้แล้วว่าเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อแก้ปัญหาขยะล้นเมือง และลดปัญหามลพิษที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีในการจัดการ สิ่งแวดล้อมประเภทอื่นอีกหรือไม่ เราลองมาดูกัน

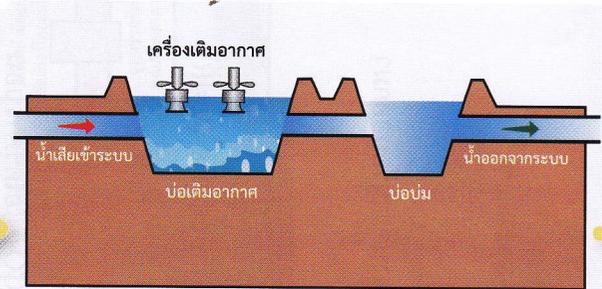
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

เป็นการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก มีลักษณะใกล้เคียงกับบึงในธรรมชาติ หลักการทำงาน สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนจนตัวลงสู่ก้นบึง และถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือชั้นหิน โดยได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมา

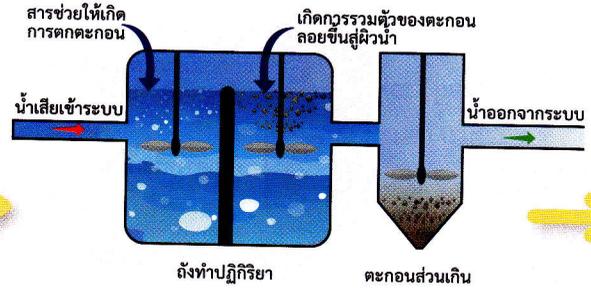
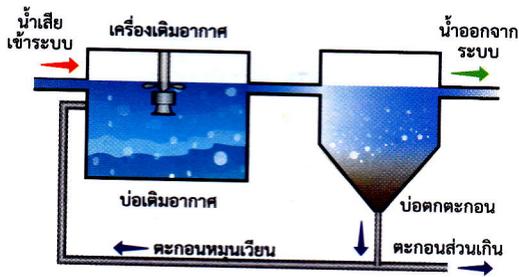
- การทำงานไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการบำบัด
- พืชน้ำที่ใช้ในการบำบัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าได้
- การบำบัดน้ำเสียใช้ระยะเวลาเวลานาน และมีประสิทธิภาพต่ำ จึงไม่สามารถรองรับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีปริมาณมากได้



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ

เมื่อน้ำเสียมีปริมาณสารอินทรีย์มากขึ้น จึงมีการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสีย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้เครื่องเติมอากาศ เช่น กังหันน้ำชัยพัฒนา เป็นเครื่องเติมอากาศให้มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้รวดเร็วกว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

- สามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก
- การดำเนินงานและบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก
- ใช้ไฟฟ้าในการทำงานของระบบบำบัด
- มีค่าซ่อมบำรุงและดูแลเครื่องเติมอากาศ



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง

เมื่อน้ำเสียมีปริมาณสารอินทรีย์สูงมากขึ้น ใช้เวลาในการบำบัดนาน จึงมีการเติมแบคทีเรียซึ่งเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย พร้อมกับมีการเติมอากาศ ซึ่งเป็นการผสมให้น้ำเสียและจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อเร่งการย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ให้เร็วขึ้น

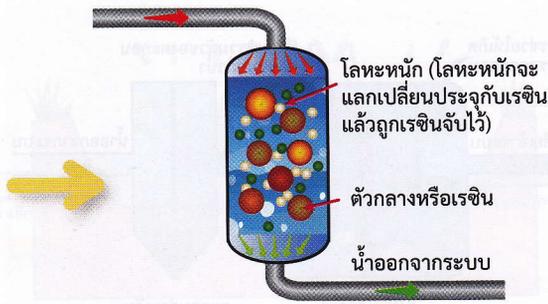
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีที่กล่าวมาแล้วไม่สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยขนาดเล็ก (อนุภาคอยู่ในช่วง 0.1-1 ไมโครเมตร) จึงนำหลักการของกระบวนการโคแอกกูเลชันซึ่งเป็นกระบวนการประสานคอลลอยด์มาใช้ในการบำบัด โดยการเติมสารช่วยให้เกิดการตกตะกอน เช่น สารส้ม ลงไปในน้ำเสียทำให้สารแขวนลอยขนาดเล็กจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อน จนมีน้ำหนักมากและสามารถตกตะกอนลงมาได้อย่างรวดเร็ว

- สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่
- ใช้เวลาในการบำบัดน้ำเสียน้อยลง
- การดำเนินงานและบำรุงรักษามีความยุ่งยาก เพราะต้องควบคุมสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

- สามารถบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารแขวนลอยขนาดเล็กและมีไขมันหรือน้ำมันละลายอยู่
- มีค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมี และมีการใช้ไฟฟ้าในการกวนผสมสารเคมีกับน้ำเสีย
- การดำเนินงานและบำรุงรักษายุ่งยาก เพราะต้องหาค่าปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมกับน้ำเสียที่เข้าระบบ
- ในกรณีที่น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดยังมีค่าสารอินทรีย์สูงต้องส่งไปบำบัดต่อด้วย 3 วิธีดังกล่าวข้างต้น

น้ำเสียเข้าระบบ



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบการแลกเปลี่ยนประจุ

โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งมีโลหะหนักปนเปื้อนในน้ำเสีย จึงมีการพัฒนาระบบให้สามารถบำบัดโลหะหนักได้ โดยอาศัยหลักการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างโลหะหนักในน้ำเสียกับตัวกลางหรือเรซิน โดยโลหะหนักจะแลกเปลี่ยนประจุกับเรซินแล้วถูกเรซินจับไว้ ทำให้น้ำเสียที่ผ่านระบบไม่มีสารปนเปื้อนของโลหะหนักเหลืออยู่

- บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีโลหะหนักปนเปื้อน
- ฟื้นฟูสภาพของเรซินที่เสื่อมสภาพให้นำกลับมาใช้ใหม่ได้
- นำโลหะหนักที่เป็นสารปนเปื้อนมาใช้ประโยชน์ใหม่
- ใช้สารเคมีในการฟื้นฟูสภาพของเรซิน
- มีค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ และอุปกรณ์มีราคาแพง



เกร็ดน่ารู้

น้ำเสีย คือ น้ำที่มีสารใด ๆ หรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่ต้องการปนอยู่ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเหล่านี้ จะทำให้สมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ สิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสีย เช่น น้ำมัน ไขมัน ผงซักฟอก สบู่ ยาม่าแมลง สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์



สื่อเสริม เพิ่มความรู้

นักเรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการบำบัดน้ำเสียได้ที่ <http://ipst.me/9134>



ชวนคิด

เมื่อมีการค้นพบความรู้ใหม่และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น นักเรียนจะคาดการณ์เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียของโรงเรียนและชุมชนของนักเรียนว่าจะมีลักษณะอย่างไร เพื่อบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพ และลดผลกระทบต่อด้านลบให้ได้มากที่สุด



เกร็ดน่ารู้

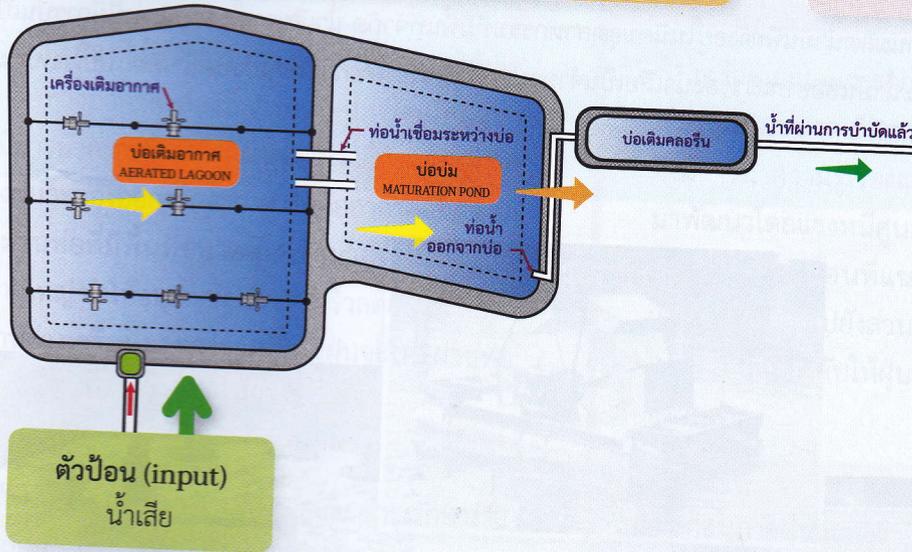
การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ

กระบวนการทำงาน (process)

1. น้ำเสียไหลเข้าสู่บ่อเติมอากาศ
2. เติมออกซิเจนลงไปในน้ำด้วยเครื่องเติมอากาศ ทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และน้ำเสีย
3. ส่งน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศไปที่บ่อปั๊มเพื่อตกตะกอน
4. ส่งน้ำที่แยกตะกอนจากบ่อปั๊ม ไปที่บ่อเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

ผลผลิต (output)

น้ำที่ผ่านการบำบัด มีค่ามาตรฐานตรงตามค่าควบคุม การระบายน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



สื่อเสริม เพิ่มความรู้

นักเรียนสามารถชมระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองพัทยาได้ที่
<http://ipst.me/9132>



การเลือกใช้เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย

จากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียข้างต้น จะพบว่าเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธี เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ บ่อเติมอากาศ ตะกอนเร่ง โคแอกกูเลชัน และการแลกเปลี่ยนประจุ ดังนั้นในการเลือกใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียจะต้องพิจารณาลักษณะน้ำเสียเบื้องต้นก่อนว่าเป็นน้ำเสียประเภทใด เช่น น้ำเสียจากชุมชน เกษตรกรรม โรงงาน อุตสาหกรรม ซึ่งน้ำเสียแต่ละแหล่งมีลักษณะแตกต่างกัน ส่งผลให้ต้องใช้เทคโนโลยีการบำบัดที่แตกต่างกันด้วย และต้องพิจารณาปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบต่อวัน งบประมาณในการดำเนินการก่อสร้าง งบประมาณในการดูแลรักษา พื้นที่ที่อยู่ข้างเคียง และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสร้างและใช้ระบบนั้น ๆ



ชวนคิด

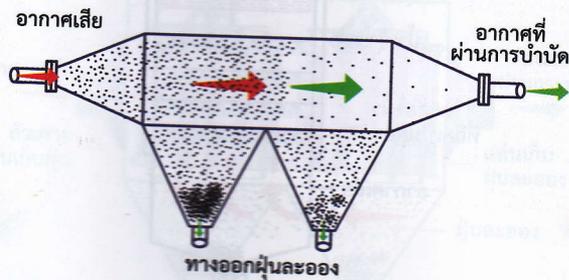
โรงงานผลิตน้ำมันพืชตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมที่มีพื้นที่จำกัด น้ำเสียจากโรงงานแห่งนี้มีการปนเปื้อนไขมันและน้ำมันลอยบนผิวของน้ำเสียเป็นจำนวนมาก นักเรียนคิดว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบใดเหมาะสมกับโรงงานนี้



เรารู้แล้วว่าเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดปัญหามลพิษที่เกิดขึ้น ต่อไปเราจะศึกษาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงและเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมอย่างไร



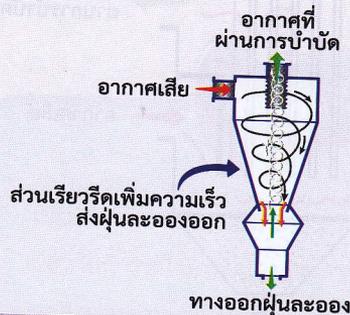
4.1.3 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ



เครื่องแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนัก

ฝุ่นละอองที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ต้องมีการควบคุมหรือแก้ปัญหา จึงมีการนำความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วงมาใช้แยกอนุภาคของฝุ่นละอองออกจากอากาศ นั่นคืออากาศเสียจะถูกดูดผ่านท่อที่มีพื้นที่ขนาดเล็กเข้ามาสู่ห้องที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้อนุภาคฝุ่นมีความเร็วลดลงและตกลงสู่ด้านล่างเครื่อง และอากาศที่ไม่มีฝุ่นจะไหลผ่านท่อเพื่อปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

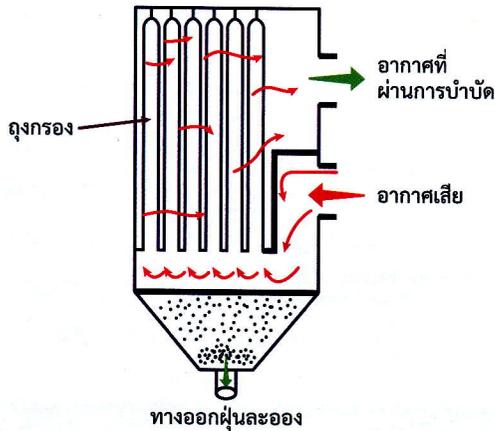
- อุปกรณ์ออกแบบง่าย ควบคุมดูแลและบำรุงรักษาง่าย
- แยกอนุภาคขนาดใหญ่ 40-60 ไมครอน
- มีประสิทธิภาพต่ำ (20-60%) จึงมักใช้ในการบำบัดขั้นต้น เพื่อการกำจัดฝุ่นละอองขนาดใหญ่
- มีขนาดใหญ่ทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ในการก่อสร้าง
- ไม่เหมาะกับโรงงานที่ฝุ่นมีความชื้นสูงหรือฝุ่นเปียก



เครื่องแยกด้วยแรงเหวี่ยง (ไซโคลน)

เครื่องแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนัก ไม่สามารถควบคุมฝุ่นขนาดเล็กกว่า 40-60 ไมครอนได้ จึงมีการนำความรู้เรื่องแรงหนีศูนย์กลาง แรงเหวี่ยง มาพัฒนาโดยแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดขึ้นจะบังคับให้ฝุ่นละออง เคลื่อนที่แนบติดกับผนังไซโคลนและเกิดการหมุนลงไปยังส่วนปลายไซโคลนที่เร็ววเล็กลงไปเรื่อย และบังคับให้ฝุ่นละอองออกจากตัวไซโคลนที่ด้านล่าง

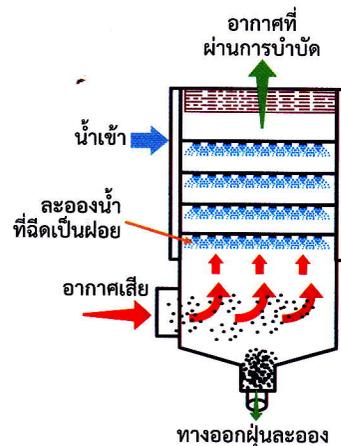
- แยกอนุภาคฝุ่นละอองขนาดมากกว่า 10 ไมครอน
- ค่าติดตั้งและดำเนินการไม่สูง
- สามารถใช้ได้กับอากาศเสียที่มีอุณหภูมิสูง
- ไม่เหมาะกับโรงงานที่ฝุ่นมีความชื้นสูงหรือฝุ่นเปียก
- เกิดการสึกหรอของตัวเครื่องอย่างรวดเร็ว



เครื่องแยกอนุภาคด้วยถ่วงกรอง

เครื่องแยกอนุภาคด้วยแรงเหวี่ยง ควบคุมได้เฉพาะอนุภาคฝุ่นละอองขนาดมากกว่า 10 ไมครอน จึงมีการนำหลักของการกรอง ซึ่งจะแยกอนุภาคสารปนเปื้อนโดยผ่านตัวกรอง ตัวกรองทำจากถั่วฝ้ายหรือไฟเบอร์กลาสหรือใยหินหรือไนลอน

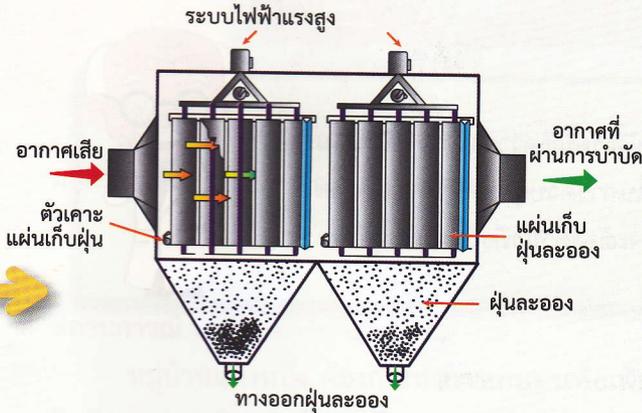
- แยกอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กถึง 0.1 ไมครอน
- ใช้ควบคุมได้เฉพาะฝุ่นแห้ง
- ต้องการการเปลี่ยนถ่วงกรอง
- อายุการใช้งานของถ่วงกรองอาจสั้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงหรือสภาพความเป็นกรดต่าง
- ใช้กับอากาศเสียที่มีความชื้นสูงไม่ได้ เพราะทำให้ถ่วงกรองอุดตัน



เครื่องพ่นจับแบบเปียก

เครื่องแยกอนุภาคด้วยถ่วงกรองไม่สามารถแยกไอสารเคมีที่เกิดจากกระบวนการผลิต จึงนำหลักการทำงานแบบสัมผัสกันระหว่างอากาศเสียและของเหลวมาใช้ดักจับฝุ่นละออง และไอสารเคมี โดยการฉีดละอองของเหลวให้เป็นฝอยลงสู่อากาศเสีย โดยไอสารเคมีและฝุ่นละอองที่เปียกจะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน และตกลงด้านล่างของเครื่องพร้อมกับน้ำเสียจากการใช้งาน

- แยกแก๊สและฝุ่นละอองได้
- สามารถใช้ได้กับอากาศเสียที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงได้
- เหมาะสำหรับการควบคุมอากาศเสียที่เป็นกรด - ด่าง
- มีปัญหาการผุกร่อนและสึกหรอของตัวเครื่อง
- มีค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย



เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต

เครื่องพ่นจับแบบเปียก ก่อให้เกิดน้ำเสียและตะกอนเหลวที่เกิดจากการแยกอนุภาค และไม่สามารถดักฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนได้ จึงนำความรู้เรื่องแรงทางไฟฟ้ามาใช้ในการแยกฝุ่นละอองขนาดเล็กออกจากอากาศ การทำงานประกอบด้วยแผ่นที่ให้ประจุลบกับอนุภาคฝุ่น และแผ่นเก็บฝุ่นซึ่งมีประจุบวกทำหน้าที่จับและเก็บฝุ่นไว้ เมื่อฝุ่นเกาะหนาประมาณ 6-12 มิลลิเมตร จะถูกเคาะให้ฝุ่นร่วงลงมาในท่อเพื่อลำเลียงออกไปจากตัวเครื่องนำไปฝังกลบต่อไป

- สามารถแยกฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนได้มากกว่า 99 %
- ใช้ได้กับอากาศที่มีความชื้นและแห้ง
- มีการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก
- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบสูง
- ไม่สามารถใช้กับฝุ่นละอองที่มีสมบัติติดไฟหรือระเบิดง่าย

ชวนคิด

เมื่อมีการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ มากขึ้นและเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น เราจะคาดการณ์เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศในอนาคตว่า มีลักษณะอย่างไร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และลดผลกระทบต่อด้านลบให้ได้มากที่สุด



สื่อเสริม เพิ่มความรู้

นักเรียนสามารถรับชมกระบวนการทำงานของเครื่องแยกอนุภาคด้วยถุงกรองได้ที่ <http://ipst.me/9139>



นักเรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบควบคุมมลพิษทางอากาศได้ที่ <http://ipst.me/9133>





นักเรียนคิดว่าการเลือกใช้เทคโนโลยี
ในการควบคุมมลพิษทางอากาศ
จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง



การเลือกใช้เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษทางอากาศ

อากาศเสียที่ระบายออกจากโรงงานหรือแหล่งกำเนิดต่าง ๆ มีผลกระทบต่อมนุษย์ สังคม และสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องมีระบบบำบัดหรือควบคุมมลพิษทางอากาศที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับชนิดของมลพิษ การเลือกใช้เทคโนโลยีควบคุมมลพิษทางอากาศจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นฐานและการทำงานของเทคโนโลยีควบคุมมลพิษ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้เทคโนโลยี เนื่องจากเทคโนโลยีแต่ละประเภทมีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกัน และจะต้องคำนึงถึงผลเสียที่อาจเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม และสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ เช่น ชนิดและปริมาณของมลพิษทางอากาศ ที่ต้องการควบคุม ลักษณะการเกิดของแหล่งกำเนิดอากาศเสีย ช่วงเวลาการทำงาน และค่าใช้จ่ายในการลงทุนในการก่อสร้างระบบ เพื่อให้สามารถกำหนดความต้องการของเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมโลหะ ปูนซีเมนต์ ผลิตไฟฟ้า กระบวนการผลิตมีการปล่อยฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน จึงมีการเลือกใช้เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตในการบำบัด ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง ในขณะที่อุตสาหกรรมเคมี อาหาร ยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ ในกระบวนการผลิตมีการปล่อยแก๊สเสีย ไอกรด ไอสารเคมี จึงมีการเลือกใช้เครื่องพ่นจับแบบเปียก เพื่อดักจับฝุ่นละอองหรือสารปนเปื้อนที่มากับอากาศ โดยจะถูกดักจับด้วยน้ำ ทำให้ไม่สามารถหลุดออกไปสู่ภายนอกได้ ทั้งนี้ในการบำบัดฝุ่นละอองอาจประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหลาย ๆ แบบให้ทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง

จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่า การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีนี้นั้นมีสาเหตุมาจากความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ ปัญหาหรือความต้องการของมนุษย์ สภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป และผลกระทบทั้งทางด้านบวกและด้านลบที่เกิดขึ้นต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ในขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยียังส่งผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยี และกระตุ้นให้มีการพัฒนาหรือสร้างเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง





กิจกรรมที่ 4.1 | เรื่อง เลือกใช้เทคโนโลยี

นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้ แล้ววิเคราะห์และเลือกใช้เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

สถานการณ์

หมู่บ้านแห่งหนึ่ง ต้องการทำการเกษตรเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชน แต่พบว่าพื้นที่ที่จะทำการเกษตรนั้น ดินมีสภาพขาดอินทรีวัตถุ หรือขาดแร่ธาตุอาหาร ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ดังนั้นนักเรียนจะแก้ปัญหาดินขาดอินทรีวัตถุนี้ได้อย่างไร

ตารางการวิเคราะห์เทคโนโลยี

เทคโนโลยี	ผลกระทบ		
	ชีวิต	สังคม	สิ่งแวดล้อม
1. _____			
2. _____			
3. _____			

เทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการแก้ปัญหา _____

เหตุผลในการเลือกใช้เทคโนโลยี _____

4.2 การคาดการณ์เทคโนโลยีในอนาคต

เทคโนโลยีในอนาคต
จะเป็นอย่างไรบ้างนะ



การคาดการณ์ เป็นการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือใช้ข้อมูลความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาช่วยในการคาดคะเน

การคาดการณ์เทคโนโลยีในอนาคตจะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลหรือความรู้ที่มีความเป็นไปได้อาจต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์และสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยนำปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมาคาดการณ์แล้วพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีที่มีอยู่เดิม หรือสร้างขึ้นใหม่ เพื่อช่วยตอบสนองความต้องการของมนุษย์และเป็นข้อมูลในการเลือกใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และพัฒนาขีดความสามารถของมนุษย์

4.2.1 การคาดการณ์เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย

การขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบริการโภคของประชาชน ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปี และเกิดผลกระทบต่อด้านลบตามมามากมาย ทำให้ต้องมีการคาดการณ์ และการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้น จึงมีการทำวิจัย สร้างความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาความรู้ในหลากหลายด้าน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากขยะมูลฝอย

ตัวอย่างของการคาดการณ์เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยจากปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ดังตาราง 4.1



ลองคาดการณ์ว่าเทคโนโลยี
การจัดการขยะมูลฝอยจะมีแนวทาง
ในการพัฒนาต่อไปอย่างไร



การคาดการณ์เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย

ตาราง 4.1 การคาดการณ์เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย

ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ			มนุษย์และสังคม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
ความรู้ด้านสมบัติของวัสดุ การแบ่งประเภทของขยะและเทคโนโลยีในการกำจัดขยะมูลฝอยมีมากขึ้น	Abdulkadir Kan (2009). General characteristics of waste management: A review. Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research, 23 (1), 55-69.	เทคโนโลยีในการรีไซเคิล เช่น การนำขวดพลาสติกมาผลิตเป็นเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม	มนุษย์และสังคมเริ่มตระหนักถึงจำนวนขยะที่มีปริมาณมากขึ้นในทุก ๆ ปี	Minister's Secretariat, Waste Management and Recycling Department. (2012). Solid Waste Management and Recycling Technology of Japan. Ministry of the Environment.	เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อจัดการขยะมูลฝอยหรือนำขยะมูลฝอยมาผ่านกระบวนการรีไซเคิลเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับขยะ

ปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

เศรษฐกิจ			สิ่งแวดล้อม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
ในอนาคตมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก	กระทรวงพลังงาน (2561). ทำไมต้องปฏิรูปพลังงาน. สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2561, จาก http://energy.go.th/2015/category/hot-issues/page/3/	พัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตพลังงานไฟฟ้า จากขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดมลพิษที่เกิดจากการเผาขยะ	ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน	สนธิ คชวัฒน์. เตาเผาขยะผลิตไฟฟ้า.. ทางออกหรือทางตันต่อสิ่งแวดล้อม. สมาคมวิทยาศาสตร์อนามัย สิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2561, จาก http://www.eric.chula.ac.th/download/wcin/sonthi_p.pdf	เทคโนโลยีที่สามารถกำจัดขยะได้ในปริมาณมากต่อวัน เช่น ระบบการเผาขยะที่ปราศจากมลพิษ

ในอนาคตเมื่อมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจมากยิ่งขึ้น จำนวนประชากรสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมากขึ้น เราจะคาดการณ์เทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหามลพิษทางน้ำได้อย่างไร



4.2.2 การคาดการณ์เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

จากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านมาจะพบว่าเทคโนโลยีหลากหลายประเภท แต่ละประเภทมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น การคาดการณ์เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียในอนาคต สามารถพิจารณาได้จากปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นได้เช่นเดียวกัน ดังตัวอย่างในตาราง 4.2

การคาดการณ์เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

ตาราง 4.2 การคาดการณ์เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ			มนุษย์และสังคม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
ความรู้ด้านนาโนฟิลเตรชัน ซึ่งเป็นการกรองด้วยตัวกรองสังเคราะห์ที่สามารถกรองสารอินทรีย์	สุพิตรา ศรีสันต์ พิสุทธิเพ็ชรมงคลและณัฐวิญญ์ชวลิตพรศิยา. (2561). การพัฒนากระบวนการผสมผสาน (กระบวนการเคมีและนาโนฟิลเตรชัน) สำหรับการกำจัดความกระด้างในน้ำบาดาล. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2561, จาก http://journalgrad.ssu.ac.th/	พัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถกำจัดอนุภาคของแข็งแขวนลอย รวมถึงแบคทีเรีย	มนุษย์มีความเข้าใจและตระหนักถึงมลพิษทางน้ำมากขึ้น	ปราโมทย์ ไม้กลัด. (2557). ทางออกการบริหารจัดการน้ำของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2561, จาก https://thaipublica.org/	สร้างวิธีการในการบริหารจัดการที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำเสียน้อยลงหรือมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่ธรรมชาติ

ปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

เศรษฐกิจ			สิ่งแวดล้อม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
มีแนวโน้มที่รัฐบาลจะใช้งบประมาณจำนวนมากในการบริหารจัดการมลพิษทางน้ำ	กรมควบคุมมลพิษ. (2545). น้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร.	แนวทางหรือวิธีการที่รัฐบาลและเอกชนร่วมมือกันในการบริหารจัดการน้ำเสียให้ถูกวิธี และหาวิธีการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมต่อสมบัติของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด	มีโลหะหนักปนเปื้อนในน้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรม การทำเหมืองแร่	Pojananuki N, et al., (2016) Improvement of As(III) removal with diatomite overlay nanoscale zerovalent iron (nZVI-D): adsorption isotherm and adsorption kinetic studies. Water Science and Technology: Water Supply, 17(1), 212-220.	พัฒนาเหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโนเมตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนักออกจากน้ำเสีย

4.2.3 การคาดการณ์เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ จะพบว่าการพัฒนาเทคโนโลยีไม่ว่าจะเป็นเครื่องแยกโดยการตกเนื่องจากน้ำหนัก แรงเหวี่ยง ถูกรอง ฟันจับแบบเปียก หรือตกตะกอนไฟฟ้าสถิต ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อลดปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดจากมนุษย์ทั้งสิ้นตั้งแต่เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศยังมีข้อจำกัด ดังนั้นจึงมีการนำความรู้ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงทางมนุษย์และสังคม เศรษฐกิจ หรือสิ่งแวดล้อมมาพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศในอนาคตให้มีประสิทธิภาพ และเกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

การคาดการณ์เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ ดังตัวอย่างในตาราง 4.3

ในอนาคตมีแนวโน้มที่โรงงานอุตสาหกรรมจะมีการขยายตัวมากขึ้น ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศตามมา เราลองมาคาดการณ์หรือหาแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด



การคาดการณ์เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ

ตาราง 4.3 การคาดการณ์เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศ

ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ			มนุษย์และสังคม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
นำความรู้เรื่องตัวกรองชีวภาพมาใช้เป็นตัวกรองอากาศ	Gero Leson and Arthur M. Winer. (2012). Biofiltration: An Innovative Air Pollution Control Technology For VOC Emissions. Waste Management Association, 41(8), 1045-1054	เทคโนโลยีที่สามารถกำจัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย เช่น ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ออกได้หมด	มนุษย์มีอาการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจมากขึ้น	รศ.นพ.ปารยะ อาคนะเสน. (2559). แนวทางการรักษาโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ในปัจจุบัน. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2561, จาก http://www.si.mahidol.ac.th .	พัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นสามารถควบคุมฝุ่นละอองขนาดเล็กและแก๊สพิษได้
<div style="border: 2px solid blue; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> <p>ปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง</p> </div>					
เศรษฐกิจ			สิ่งแวดล้อม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
มีงบประมาณในการสนับสนุนให้การติดตั้งระบบควบคุมมลพิษทางอากาศในทุกโรงงานอุตสาหกรรม	สำนักวิชาการสำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2558). มลพิษทางอากาศ : การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมของไทย. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2561, จาก http://www.parliament.go.th/library	วิธีการบริหารจัดการให้ทุกโรงงานอุตสาหกรรมติดตั้งระบบควบคุมมลพิษทางอากาศส่งผลให้สถานการณ์ มลพิษทางอากาศมีความรุนแรงลดลง	มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มากขึ้น	จินตนา ประชุมพันธ์. (2561). PM 2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ กับวิกฤตสุขภาพที่คนไทยจะต้องแลก. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2561, จาก https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants/	พัฒนาเครื่องควบคุมมลพิษทางอากาศที่มีประสิทธิภาพและออกกฎหมายให้มีการควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองจากโรงงานอย่างเข้มงวดและจริงจัง

จากตัวอย่างการคาดการณ์ของเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย และเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษทางอากาศข้างต้น พบว่าต้องนำความรู้ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของมนุษย์และสังคม เศรษฐกิจ หรือสิ่งแวดล้อม มาใช้ประกอบเป็นข้อมูลในการคาดการณ์เทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาและสร้างขึ้นในอนาคตได้ นักเรียนลองดูตัวอย่างของนนท์และน้ำหวานว่าจะคาดการณ์เทคโนโลยีที่ตนเองพัฒนาหรือสร้างขึ้นได้อย่างไรบ้าง





นนท์ได้แก้ปัญหาขยะในโรงเรียน โดยการสร้างอุปกรณ์บีบอัดขยะ ต่อมานนท์ต้องการพัฒนาอุปกรณ์บีบอัดขยะของตนให้ดีขึ้น จึงได้คาดการณ์ว่าในอนาคตตนเองจะพัฒนาอุปกรณ์บีบอัดขยะให้ดีขึ้นได้อย่างไร ดังตาราง 4.4

การคาดการณ์เทคโนโลยีอุปกรณ์บีบอัดขยะ

ตาราง 4.4 การคาดการณ์เทคโนโลยีอุปกรณ์บีบอัดขยะ

ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ			มนุษย์และสังคม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
ความรู้เรื่องระบบไฮดรอลิก	อนุสรณ์ จารุกมูล. (2554). งานนิเวศตึกและไฮดรอลิกเบื้องต้น. เอกสารประกอบการสอนวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล. วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี.	อุปกรณ์บีบอัดขยะที่ไม่ต้องใช้แรงคนในการบีบอัด	ต้องการให้ผู้สูงอายุ สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ต้องใช้แรงมาก และมีราคาถูก	Engineering 360. (2018). Waste Compactors Information. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2561, จาก https://www.global.spec.com	ใช้ระบบเฟลดาและระบบการบีบอัดในการสร้างเพื่อใช้แรงในการบีบอัดขยะมูลฝอยน้อยลง
<div style="border: 2px solid purple; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> <p>ปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง</p> </div>					
เศรษฐกิจ			สิ่งแวดล้อม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
เพิ่มปริมาณการผลิตอุปกรณ์บีบอัดขยะ	อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์. (2555). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบัญชีต้นทุน. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2561, จาก https://home.kku.ac.th/anuton	อุปกรณ์บีบอัดขยะมีราคาลดลง ส่งผลให้ทุกบ้านเรือนมีอุปกรณ์บีบอัดขยะมากขึ้น ทำให้การจัดการขยะมูลฝอยทำได้ดีขึ้น	มีปริมาณขยะมูลฝอยมากขึ้น	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). สถานการณ์มลพิษประเทศไทย ปี 2560. ข่าวสารสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 1/2561.	สร้างอุปกรณ์บีบอัดขนาดใหญ่ขึ้น และสามารถใช้ในการบีบอัดขยะมูลฝอยประเภทต่าง ๆ ได้



น้ำหนักานได้แก้ปัญหาขยะในโรงเรียน โดยการเสนอวิธีการลดปริมาณขยะ ต่อมาน้ำหนักานต้องการพัฒนาวิธีการจัดการขยะ น้ำหนักานได้คาดการณ์เทคโนโลยีในการลดปริมาณขยะในอนาคต ดังตาราง 4.5

การคาดการณ์เทคโนโลยีการลดปริมาณขยะ

ตาราง 4.5 การคาดการณ์เทคโนโลยีการลดปริมาณขยะ

ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ			มนุษย์และสังคม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
ค้นพบวัสดุใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้	Lorenz Anthony T. et al, (2016). Chitin Extraction and Synthesis of Chitin-Based Polymer Films from Philippine Blue Swimming Crab (Portunus pelagicus) Shells. Procedia Chemistry, 19, 462-468.	บรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้จากวัสดุประเภทต่าง ๆ ไม่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยตกค้าง	มีการตื่นตัวและรณรงค์การคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง	วรรณดา มะโนคา. (2555). การเผาขยะในประเทศญี่ปุ่น : ปัจจัยการเกิดและผลประโยชน์ของการผลิตไฟฟ้าจากขยะในประเทศญี่ปุ่นกรณีศึกษาโรงงานเผาขยะShinkoto. ปริญญา นิพนธ์สาขาวิชาภาษาญี่ปุ่น คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.	ได้วิธีการจัดการการแยกขยะมูลฝอยแบบต่าง ๆ สามารถนำขยะมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกแล้วไปใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่า
<div style="border: 2px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> <p>ปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง</p> </div>					
เศรษฐกิจ			สิ่งแวดล้อม		
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	แหล่งข้อมูล	การคาดการณ์เทคโนโลยี
ร้านค้าคิดราคาถุงพลาสติกใส่สินค้า	บีบีซีไทย. (2559). เก็บค่าถุงพลาสติกลดขยะได้จริง. สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2561, จาก https://www.bbc.com/thai/thailand-38067232	มีการผลิตถุงผ้าหรือถุงกระดาษจำหน่ายมากขึ้น มีให้เลือกหลายรูปแบบ	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำ	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). สถานการณ์มลพิษประเทศไทย ปี 2560. ข่าวสารสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 1/2561.	เกิดข้อตกลงระหว่างประเทศในการยกเลิกการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก