

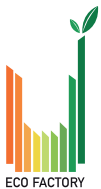


สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน

คู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice)

กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง
และอุตสาหกรรมน้ำตาล

โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ
ของภาคอุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์
น้ำบาดาลในพื้นที่ เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังและ
อุตสาหกรรมน้ำตาล)



ตุลาคม 2561

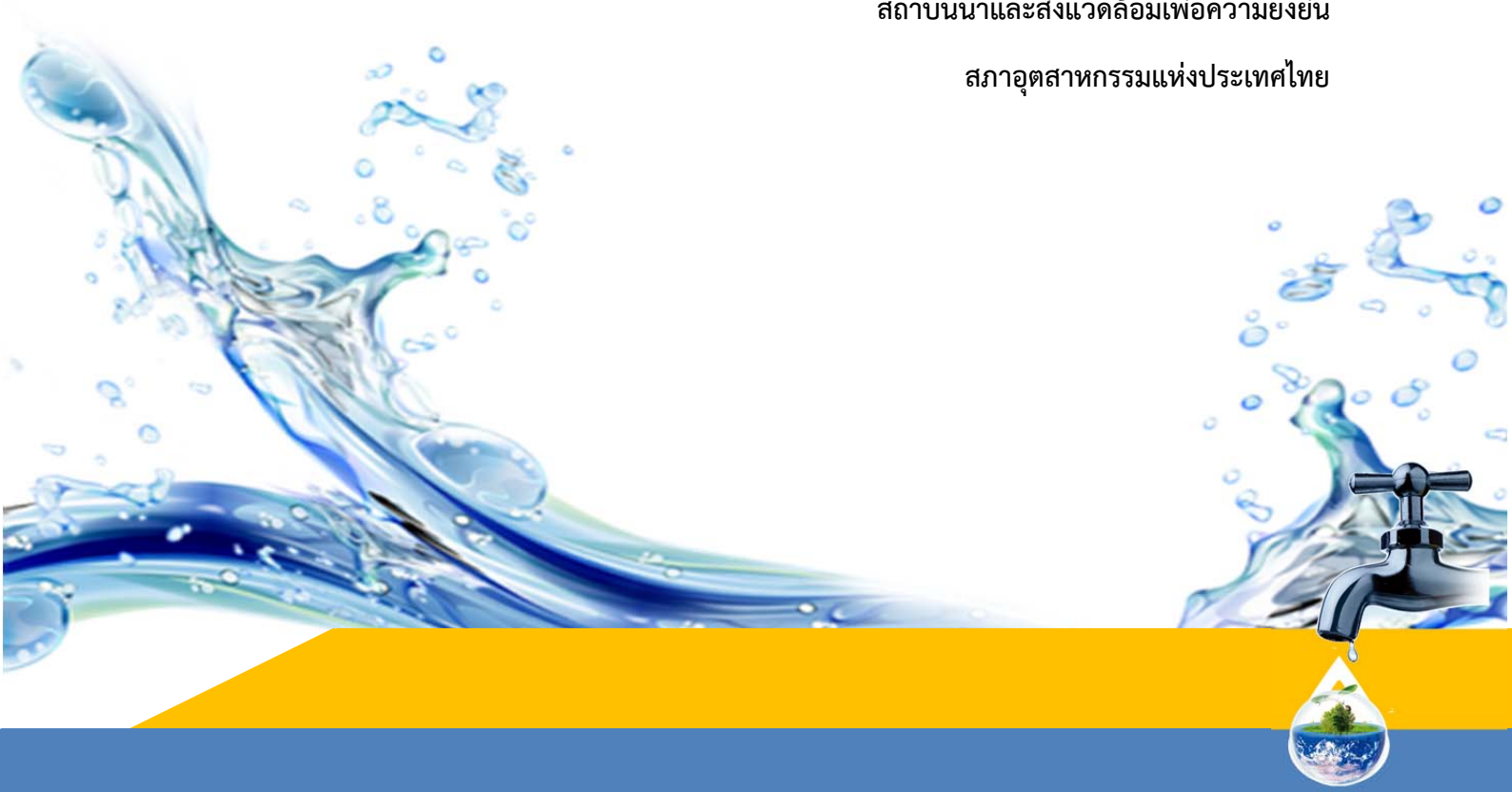
คำนำ

คู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังและอุตสาหกรรมน้ำตาล ฉบับนี้ พัฒนาขึ้นโดยการรวบรวมข้อมูลด้านวิชาการต่างๆ และกรณีศึกษาในการนำหลักการโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory) เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology: CT) และหลักการ 3R (Reduce, Reuse, Recycle) ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการบริหารจัดการน้ำจากสถานประกอบการอุตสาหกรรมที่เข้าร่วมโครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพของภาคอุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง และอุตสาหกรรมน้ำตาล) ซึ่งดำเนินการในพื้นที่เป้าหมาย 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมได้ตระหนักถึงคุณค่าและการใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาล โดยการส่งเสริมและสนับสนุนสถานประกอบการอุตสาหกรรมในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ และสามารถลดปริมาณการใช้น้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล รวมถึงการพัฒนาสู่การเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory) เพื่อเป็นต้นแบบให้กับสถานประกอบการอุตสาหกรรมอื่นในการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพต่อไป

สถานประกอบการอุตสาหกรรมต่างๆ สามารถศึกษาข้อมูลจากคู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ฉบับนี้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการเพื่อช่วยยกระดับและพัฒนาขีดความสามารถในการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพทั้งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล และสามารถปฏิบัติตามกฎระเบียบได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืนต่อไป

สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



กิตติกรรมประกาศ

สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ขอขอบคุณกองทุนพัฒนา
น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มอบความไว้วางใจให้
งบประมาณสนับสนุนในการดำเนินโครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพของภาคอุตสาหกรรม
เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลุ่ม
อุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนียและอุตสาหกรรมน้ำตาล)

การดำเนินโครงการในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของโครงการเป็นอย่างดีด้วยความ
อนุเคราะห์และความร่วมมือในการดำเนินงานจากคณะผู้บริหารและเจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และ
สถานประกอบการอุตสาหกรรมนำร่องที่เข้าร่วมโครงการทั้ง 10 แห่ง ได้แก่

บริษัท แก่นศิริ สตาร์ช จำกัด

บริษัท เซวานดีสตาร์ช (2004) จำกัด

บริษัท แก่นเจริญ จำกัด (ผลิตแอมโมเนีย)

บริษัท สตาร์โปร สตาร์ช (ไทยแลนด์) จำกัด

บริษัท แก่นเจริญ จำกัด (ผลิตกระแสไฟฟ้า)

บริษัท สวงวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด

บริษัท ไทยเอทานอล พาวเวอร์ จำกัด (มหาชน)

บริษัท น้ำตาลครบุรี จำกัด (มหาชน)

บริษัท ไบโอกรีน พาวเวอร์ จำกัด

บริษัท ผลิตไฟฟ้าครบุรี จำกัด

นอกจากนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินงานโครงการของสถาบันการศึกษาและองค์กร
เอกชนที่ได้รับเงินช่วยเหลือหรืออุดหนุนจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล คณะกรรมการอำนวยการ คณะทำงาน
และคณะผู้เชี่ยวชาญโครงการของสถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมฯ รวมถึงหน่วยงานต่างๆ อาทิ สำนักงาน
ทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 4 และเขต 5 สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดขอนแก่น
สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดขอนแก่น สมาคมโรงงานผู้ผลิต
แอมโมเนีย สภาอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดขอนแก่น ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อคิดเห็น
ข้อเสนอแนะและความรู้ด้านวิชาการต่างๆ รวมถึงการประสานความร่วมมือและอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่เป็น
ประโยชน์ในการดำเนินโครงการให้สำเร็จลุล่วง

สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องจะได้นำผลการศึกษาโครงการ รวมทั้ง
ข้อมูลจาก “คู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนียและ
อุตสาหกรรมน้ำตาล” ฉบับนี้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมให้มีการบริหาร
จัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



สารบัญ

	หน้า
ส่วนที่ 1 บทนำ (Introduction)	
1.1 ที่มาของการพัฒนาคู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังและอุตสาหกรรมน้ำตาล	1
1.2 กลุ่มเป้าหมายและการนำคู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ไปใช้ประโยชน์	2
ส่วนที่ 2 การใช้น้ำบาดาลและการบริหารจัดการบ่อบาดาล	
2.1 กฎระเบียบน้ำบาดาล	5
2.2 การขุดเจาะน้ำบาดาล	9
2.3 การดูแลรักษาบ่อน้ำบาดาล	18
ส่วนที่ 3 เครื่องมือการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม	
3.1 เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) และ 3R (Reduce, Reuse, Recycle)	23
3.2 การรับรองมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory)	33
3.3 ปัจจัยความสำเร็จในการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม	37
ส่วนที่ 4 กรณีตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม	
4.1 กรณีตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำกลุ่มอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง	39
4.2 กรณีตัวอย่างการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำตาล	52

เอกสารอ้างอิง

คณะผู้จัดทำ



ส่วนที่ 1 บทนำ (Introduction)

1.1 ที่มาของการพัฒนาคู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนียและอุตสาหกรรมน้ำตาล

น้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของทั้งมนุษย์ สัตว์ พืช สำหรับภาคอุตสาหกรรม น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญและถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ซึ่งปัจจุบัน น้ำบาดาลถูกนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญแหล่งหนึ่งในภาคอุตสาหกรรมตามภาคต่างๆ ของประเทศ และมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำบาดาลของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับน้ำบาดาลมีการลดตัวลงอย่างต่อเนื่อง เกิดผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อมโดยรวมในบางพื้นที่ และมีแนวโน้มที่จะขยายเป็นวงกว้างหากไม่มีมาตรการควบคุมที่เหมาะสม ซึ่งจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงมีการวางแผนการจัดการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การจัดหาทรัพยากรน้ำจากแหล่งอื่นที่มีต้นทุนต่ำกว่ามาใช้ทดแทนน้ำบาดาลบางส่วนหรือบางช่วงเวลา หรือหาเทคโนโลยีที่ช่วยลดการใช้น้ำ การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำในกระบวนการผลิตจะสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวลงได้ทางหนึ่ง

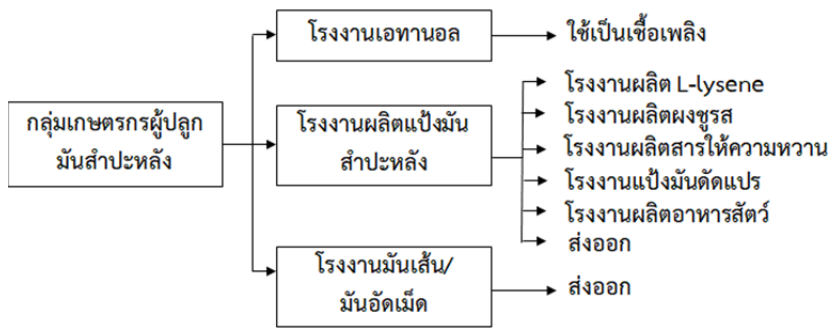
คู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนียและอุตสาหกรรมน้ำตาล ฉบับนี้ พัฒนาขึ้นโดยการรวบรวมข้อมูลวิชาการ เครื่องมือและมาตรการต่างๆ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และน้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม และกรณีศึกษาในการนำหลักการโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory) เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology: CT) และหลักการ 3R (Reduce, Reuse, Recycle) ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการจัดการน้ำในสถานประกอบการอุตสาหกรรมที่เข้าร่วมโครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพของภาคอุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนียและอุตสาหกรรมน้ำตาล) เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติให้กับสถานประกอบการอื่นๆ โดยเฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนียและอุตสาหกรรมน้ำตาล สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อช่วยยกระดับและพัฒนาขีดความสามารถในการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพทั้งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล และสามารถปฏิบัติตามกฎระเบียบได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการยกระดับสู่การเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory) ต่อไป



1.2 กลุ่มเป้าหมายและการนำคู่มือแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ไปใช้ประโยชน์

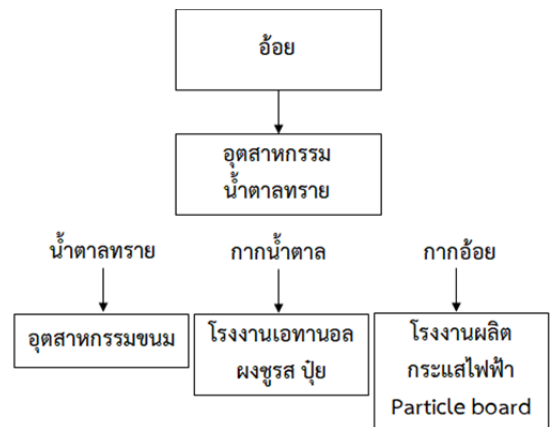
กลุ่มอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง และอุตสาหกรรมน้ำตาล โดยพิจารณาครอบคลุมตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain)¹

“อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง” ประกอบด้วย ภาคส่วนกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง และกลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลัง ได้แก่ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง โรงงานมันเส้นและมันอัดเม็ดและโรงงานผลิตเอทานอล เป็นต้น



รูปที่ 1.1 อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

“อุตสาหกรรมน้ำตาลทราย” ประกอบด้วย ภาคส่วนเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย และกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล และอุตสาหกรรมน้ำตาลมีส่วนเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมขนม อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม รวมทั้งผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล ได้แก่ กากน้ำตาล นำไปผลิตเอทานอล เหล้า ผงชูรส ปุ๋ย ฯลฯ และการใช้กากอ้อยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำเยื่อกระดาษ และแผ่นซีเมนต์อัดขึ้นรูป เป็นต้น




รูปที่ 1.2 อุตสาหกรรมน้ำตาลทราย





¹ อ้างอิงคำจำกัดความตามคำนิยามของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม


กลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ

 กลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีการใช้น้ำทั้งน้ำผิวดินและ/หรือน้ำบาดาลในกระบวนการผลิต

แนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

 สถานประกอบการต่างๆ สามารถนำตัวอย่างแนวทางปฏิบัติที่ดี และเครื่องมือ มาตรการต่างๆ เช่น หลักการโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory) เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology: CT) และหลักการ 3R (Reduce, Reuse, Recycle) ไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำให้เหมาะสมกับสถานประกอบการของตนได้

 สถานประกอบการต่างๆ สามารถนำแนวทางการบริหารจัดการและบำรุงรักษาบ่อบาดาลไปเป็นแนวทางปฏิบัติตามหลักวิชาการและตามกฎระเบียบได้อย่างถูกต้อง

 สถานประกอบการต่างๆ สามารถนำหลักเกณฑ์การขอรับรองมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรมไปเตรียมความพร้อมเพื่อยกระดับสู่การเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory)



ส่วนที่ 2

การใช้น้ำบาดาลและการบริหารจัดการบ่อบาดาล

น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรธรรมชาติของโลกที่กักเก็บอยู่ใต้ดิน มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์และสรรพสิ่งที่มีชีวิต เป็นปัจจัยหลักใช้สำหรับอุปโภคบริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม และรักษาระบบนิเวศ ปัจจุบันน้ำบาดาลถูกนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญแหล่งหนึ่งในภาคอุตสาหกรรมตามภาคต่างๆ ของประเทศ และมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำบาดาลของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับน้ำบาดาลมีการลดตัวลงอย่างต่อเนื่อง เกิดผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อมโดยรวมในบางพื้นที่ และมีแนวโน้มที่จะขยายเป็นวงกว้างหากไม่มีมาตรการควบคุมที่เหมาะสม ซึ่งนอกจากมีมาตรการควบคุมแล้ว การเจาะและใช้น้ำบาดาลที่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยให้การใช้น้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการใช้อนุรักษ์ และให้อนุชนรุ่นหลังมีการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างยั่งยืน

2.1 กฎระเบียบน้ำบาดาล

พระราชบัญญัติน้ำบาดาลของประเทศไทยจากอดีตถึงปัจจุบัน ออกมาแล้วเป็นจำนวนรวม 3 ฉบับ คือ พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ฉบับเพิ่มเติม พ.ศ. 2535 และ พ.ศ. 2546 โดยทั้งสามฉบับ มีมาตราที่สำคัญที่ผู้ประกอบการน้ำบาดาลหรือผู้ใช้น้ำบาดาล ต้องรับทราบข้อมูลและปฏิบัติตามดังนี้¹

1. การขอใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล

ผู้ประสงค์จะเจาะน้ำบาดาลใช้ ต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล (แบบ นบ.1) พร้อมเอกสารประกอบคำขอ และค่าธรรมเนียมคำขอ โดยยื่นต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ในเขตน้ำบาดาลนั้น คือ สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร หรือฝ่ายทรัพยากรน้ำบาดาล สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด ทุกจังหวัด

¹ สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล



2. หน้าที่ของผู้รับอนุญาตเจาะน้ำบาดาล

- 2.1 ก่อนที่จะเริ่มเจาะน้ำบาดาลจะต้องนำพนักงานเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบการเตรียมการเพื่อเจาะน้ำบาดาลเสียก่อนจึงจะเจาะน้ำบาดาลได้
- 2.2 เครื่องเจาะน้ำบาดาลต้องเป็นเครื่องเจาะตามแบบที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตฯ
- 2.3 ความลึกของบ่อน้ำบาดาล ขนาดบ่อน้ำบาดาล ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตฯ และใบอนุญาตฯ 1 ฉบับต่อการเจาะน้ำบาดาลจำนวน 1 บ่อ
- 2.4 เมื่อเจาะน้ำบาดาลเสร็จแล้วต้องส่งรายงานผลการเจาะน้ำบาดาลต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ตามแบบที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด (แบบ นบ./18) ภายใน 7 วัน หลังจากวันที่เจาะน้ำบาดาลเสร็จ ผู้รับใบอนุญาตฯ หรือลูกจ้าง หรือตัวแทนไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขดังกล่าวตามข้อ 2.1 – 2.4 มีโทษปรับไม่เกิน 5,000 บาท (พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 มาตรา 39)
- 2.5 ผู้รับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาลจะต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงฯ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2521) แก้ไขเพิ่มเติมโดยฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2524) ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2539) และฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 และประกาศกระทรวงฯ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

3. การขอใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

- 3.1 ประเภทการใช้น้ำบาดาล ตามมติคณะกรรมการน้ำบาดาลในการประชุมครั้งที่ 3/2538 เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2538 ได้กำหนดประเภทการใช้น้ำบาดาลและคำจำกัดความไว้ดังนี้ ประเภทอุปโภคบริโภค ประเภทธุรกิจ และประเภทเกษตรกรรม
- 3.2 การขออนุญาตใช้น้ำบาดาล ผู้ประกอบกิจการน้ำบาดาลที่ได้รับอนุญาตให้เจาะน้ำบาดาลแล้ว ก่อนที่จะนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ต้องขออนุญาตใช้น้ำบาดาลก่อน หรือกรณีใช้น้ำจากบ่อน้ำบาดาลเดิมที่ยังไม่เคยขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล ประสงค์จะขออนุญาตใช้น้ำบาดาลให้ถูกต้องตาม พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 หรือกรณีเป็นบ่อน้ำบาดาลที่ได้รับอนุญาตให้ใช้น้ำบาดาลแต่สิ้นอายุแล้วจะขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลใหม่ ให้ดำเนินการ ดังนี้





กรณีเป็นบ่อน้ำบาดาลที่ได้รับอนุญาตให้เจาะน้ำบาดาล (บ่อใหม่)

ยื่นคำขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล (ตามแบบ นบ.2) ต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่พร้อมตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อที่ขออนุญาต จำนวนไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี พร้อมชำระค่าธรรมเนียมคำขอ และค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาล (กรณีส่งตัวอย่างน้ำบาดาล หากวิเคราะห์จากสถาบันอื่นแล้วไม่ต้องส่งตัวอย่างน้ำ แต่ต้องส่งผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำนั้น)



กรณีที่มีบ่อน้ำบาดาลอยู่แล้ว (บ่อเก่าที่ยังไม่เคยได้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล)

กรณีผู้ครอบครองบ่อน้ำบาดาลอยู่ก่อนแล้ว แต่ยังไม่เคยได้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล หากประสงค์จะขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล (ตามแบบ นบ.2) ต่อพนักงานน้ำบาดาลท้องที่ พร้อมตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อที่จะขอรับใบอนุญาต ไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีพร้อมชำระค่าธรรมเนียมคำขอ และค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาล (หากวิเคราะห์จากสถาบันอื่นแล้วไม่ต้องส่งตัวอย่างน้ำ แต่ต้องส่งผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำนั้น)



กรณีบ่อน้ำบาดาลที่ใบอนุญาตสิ้นอายุแล้ว (ไม่ได้ยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาตตามระยะเวลาที่กำหนดไว้)

กรณีผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลไม่ได้ยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลตามระยะเวลาที่กฎหมายกำหนด เมื่อประสงค์จะใช้น้ำบาดาลจะต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล (ตามแบบ นบ.2) ต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ โดยมีแบบรายงานการทดสอบปริมาณน้ำ (แบบ นบ.4) และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมชำระค่าธรรมเนียมคำขอ



4. การติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำประจำบ่อน้ำบาดาล

- 4.1 ในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานครและเขตน้ำบาดาลจังหวัดนครปฐม ซึ่งอยู่ในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ตามมติคณะรัฐมนตรี ให้ติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำประจำบ่อน้ำบาดาลทุกบ่อ
- 4.2 ในเขตน้ำบาดาลอื่นๆ ให้ติดตั้งมาตรวัดปริมาณน้ำประจำบ่อน้ำบาดาลทุกบ่อ ยกเว้นบ่อน้ำบาดาลขนาดเล็กไม่เกิน 100 มิลลิเมตร ที่ใช้สำหรับการอุปโภคบริโภค ทั้งนี้ไม่รวมถึงบ่อน้ำบาดาลของหมู่บ้านจัดสรร (มติคณะกรรมการน้ำบาดาล วันที่ 31 สิงหาคม 2538)
- 4.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำ ต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนตัวเลขด้วยระบบแม่เหล็กอ่านปริมาณน้ำเป็นตัวเลขไม่น้อยกว่าห้าหลัก โดยไม่นับทศนิยมและอยู่ในแนวเดียวกัน อ่านตัวเลขเป็นลูกบาศก์เมตรและไม่มีปุ่มกลไกอื่นใดที่สามารถปรับตัวเลขได้จากภายนอก หากเป็นเครื่องวัดปริมาณน้ำชนิดอื่นต้องเป็นที่คณะกรรมการน้ำบาดาลเห็นชอบ
- 4.4 ตำแหน่งของเครื่องวัดปริมาณน้ำต้องอยู่ห่างไม่เกิน 10 เมตรและอยู่หน้าท่อระบายน้ำทิ้ง เครื่องปรับปรุงคุณภาพน้ำ (ถังกรอง) ถังพักน้ำหรือห้องถัง
- 4.5 ท่อส่งน้ำระหว่างบ่อน้ำบาดาลกับเครื่องวัดปริมาณน้ำต้องอยู่เหนือระดับผิวดิน ไม่มีท่อแยกใดๆ
- 4.6 ทำหนังสือแจ้งพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่เรื่องการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำแล้ว เพื่อให้เจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบความถูกต้องและทำการฉันทรา ทบ. ที่เครื่องวัดปริมาณน้ำ
- 4.7 หากผู้ขอรับใบอนุญาตไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ และแนวทางปฏิบัติข้างต้น กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะถือเป็นสาเหตุไม่อนุญาตใช้น้ำบาดาลหรือต่ออายุใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลต่อไป

5. การซ่อมหรือเปลี่ยนเครื่องวัดปริมาณน้ำ

- 5.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำชำรุด หรือทำงานไม่เที่ยงตรง ให้แจ้งเป็นหนังสือต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ทันทีและต้องซ่อมหรือเปลี่ยนเครื่องวัดปริมาณน้ำให้ใช้งานได้ภายใน 15 วัน นับแต่วันที่แจ้งให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ทราบ
- 5.2 ในกรณีที่พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจพบว่า เครื่องวัดปริมาณน้ำชำรุดหรือทำงานไม่เที่ยงตรงและได้แจ้งเป็นหนังสือให้ผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลทราบแล้ว ผู้รับใบอนุญาตฯต้องซ่อม หรือเปลี่ยนเครื่องวัดปริมาณน้ำให้ใช้งานได้ภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากพนักงานเจ้าหน้าที่



5.3 เมื่อติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำใหม่หรือซ่อมหรือเปลี่ยนเครื่องวัดปริมาณน้ำแล้ว ต้องนำพนักงานไปตรวจสอบความถูกต้องพร้อมทั้งผนึกตราประทับของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ติดไว้กับเครื่องวัดปริมาณน้ำนั้น

6. การขอต่อใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล

ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการน้ำบาดาลผู้ใดประสงค์จะขอต่ออายุใบอนุญาตจะต้องยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาต ตามแบบ นบ.7 พร้อมด้วยใบอนุญาต หรือใบแทน แล้วแต่กรณี ก่อนที่ใบอนุญาตสิ้นอายุไม่น้อยกว่า 15 วัน และจะใช้น้ำบาดาลต่อไปก็ได้จนกว่าผู้ออกใบอนุญาตจะไม่อนุญาตให้ต่ออายุใบอนุญาตพร้อมชำระค่าธรรมเนียมคำขอ เมื่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่พิจารณาเห็นสมควรก็จะต่ออายุใบอนุญาตผู้ยื่นคำขอต้องชำระค่าธรรมเนียมต่ออายุใบอนุญาต

ระยะเวลาการต่ออายุใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล ในเขตวิฤตการณ์น้ำบาดาล ต่ออายุครั้งละไม่เกิน 1 ปี และนอกเขตวิฤตการณ์น้ำบาดาล ต่ออายุให้ครั้งละไม่เกิน 2 ปี

ส่วนมาตรการอื่นๆที่เกี่ยวข้อง สามารถหารายละเอียดได้ในเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ www.dgr.go.th

2.2 การขุดเจาะน้ำบาดาล

1. ศึกษาข้อมูลน้ำบาดาลเบื้องต้นในบริเวณพื้นที่โครงการและข้างเคียง

น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรที่เจาะพัฒนาขึ้นมาใช้แล้วมีการทดแทนโดยธรรมชาติทรานานเท่านั้นที่วัฏจักรของน้ำตามธรรมชาติยังไม่ถูกทำลาย น้ำบาดาล คือ น้ำใต้ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำและกักเก็บในช่องว่างระหว่างเม็ดกรวดทรายตามรอยแตกหรือโพรงในชั้นหิน มีสภาพแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับลักษณะและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของแต่ละพื้นที่ โดยประเทศไทยสามารถจำแนกพื้นที่น้ำบาดาล ออกเป็น 27 แอ่งน้ำบาดาลหลัก การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการเพื่อให้บ่อน้ำบาดาลมีการให้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้น้ำของแต่ละกิจการหรือวัตถุประสงค์นั้น โดยมีข้อเสนอแนะการดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้





ศึกษาข้อมูลน้ำบาดาลเบื้องต้นในบริเวณพื้นที่โครงการและข้างเคียง ประกอบด้วย

- แผนที่น้ำบาดาล
- บันทึกบ่อบาดาลเดิมที่เจาะและสูบใช้
- ข้อมูลอื่นๆที่อาจจะเป็นประโยชน์ เช่น การสูบน้ำของชุมชน การใช้ประโยชน์ของพื้นที่

จากข้อมูลดังกล่าว สามารถนำมาวิเคราะห์และประเมินความเป็นไปได้หรือแนวโน้มของน้ำบาดาลในเชิงปริมาณและคุณภาพ ลักษณะชั้นน้ำบาดาลว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลแบบหินร่วน (unconsolidated aquifer) หรือแบบหินแข็ง (consolidated aquifer) ประมาณความลึกของชั้นน้ำบาดาล และอื่นๆ เช่น เป็นชั้นน้ำบาดาลชนิดมีแรงดัน (confined aquifer) หรือชนิดไร้แรงดัน (unconfined aquifer) ชั้นน้ำมีความเสี่ยงต่อการกระทบหรือปนเปื้อนมากน้อยขนาดไหน เป็นต้น


การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินแบบวัดความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะในชั้นดิน (vertical electrical sounding) อาจจำเป็นต้องดำเนินการก่อนทำการเจาะ เพื่อคัดกรองและกำหนดจุดเจาะที่มีศักยภาพน้ำบาดาลที่ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่ประกอบด้วยชั้นน้ำบาดาลแบบหินแข็ง น้ำบาดาลจะกักเก็บในรอยแตกหรือโพรงของชั้นหินซึ่งมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน

2. การเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่สถานประกอบการ

2.1 ต้องขอเพื่อรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาลก่อนดำเนินการเจาะ และต้องขอใบอนุญาตใช้น้ำเมื่อเจาะก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลแล้วเสร็จ โดยทำการยื่นเอกสารขอรับใบอนุญาตฯ ที่สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด หรือสำนักงานน้ำบาดาลเขตที่สถานประกอบการตั้งอยู่

2.2 ประเภทเครื่องเจาะน้ำบาดาล เมื่อได้รับใบอนุญาตเจาะฯ แล้ว ดำเนินงานเจาะ โดยใช้เครื่องเจาะที่เหมาะสมกับสภาพชั้นน้ำบาดาล ซึ่งมีข้อแนะนำประเภทเครื่องเจาะที่เหมาะสมสำหรับเจาะในชั้นน้ำบาดาลแต่ละแบบอย่างคร่าวๆ ดังนี้



ประเภทเครื่องเจาะที่เหมาะสมกับชั้นน้ำบาดาลที่จะเจาะ 

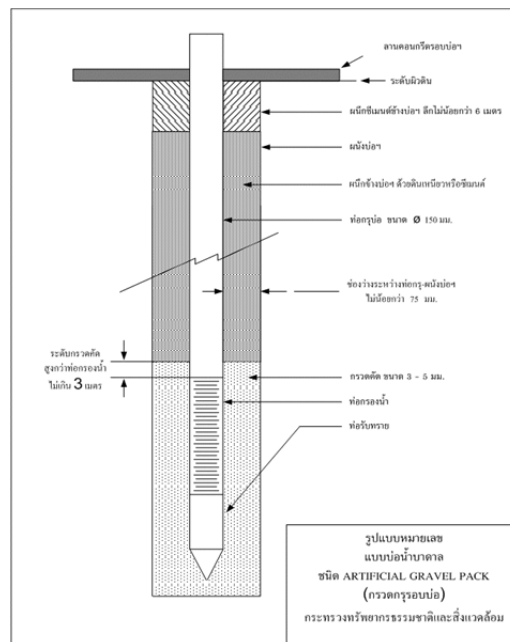
ชั้นน้ำบาดาล	ประเภทเครื่องเจาะ
หินร่วน	เจาะด้วยน้ำโคลน (แบบหมุนตรงหรือหมุนดุดกลับ)
หินแข็ง (แข็งมาก)	เจาะด้วยลม
หินแข็ง (อ่อน-ปานกลาง)	เจาะด้วยลมหรือเจาะด้วยน้ำโคลน (แบบหมุนตรง)
หินร่วนรองรับด้วยหินแข็ง (แข็งมาก)	เจาะด้วยน้ำโคลน (แบบหมุนตรง) และต่อด้วยเจาะลม
หินร่วนรองรับด้วยหินแข็ง (อ่อน-ปานกลาง)	เจาะด้วยน้ำโคลน (แบบหมุนตรง) อย่างเดียว หรือต่อด้วยเจาะลม

หมายเหตุ : หินแข็ง (แข็งมาก) ตัวอย่าง เช่น หินแกรนิต (granite) หินไนส์ (gneiss) หินปูน (limestone) หินควอทไซต์ (quartzite) หินทรายกึ่งหินแปร (quartzitic sandstone)

หินแข็ง (อ่อน-ปานกลาง) ตัวอย่าง เช่น หินโคลน (mudstone) หินดินดาน (shale) หินกาบ (slate) หินทราย (sandstone) หินฟิลไลต์ (phyllite)

2.3 รูปแบบการก่อสร้างบ่อ สามารถจำแนก ออกเป็น 5 รูปแบบใหญ่ๆ ดังนี้

1) แบบกรุกรวด (artificial gravel packed well) เป็นบ่อแบบที่มีการกรุกรวดรอบท่อกรองบ่อ เหมาะสำหรับการก่อสร้างบ่อทั้งในชั้นน้ำบาดาลแบบหินร่วนหรือหินแข็ง



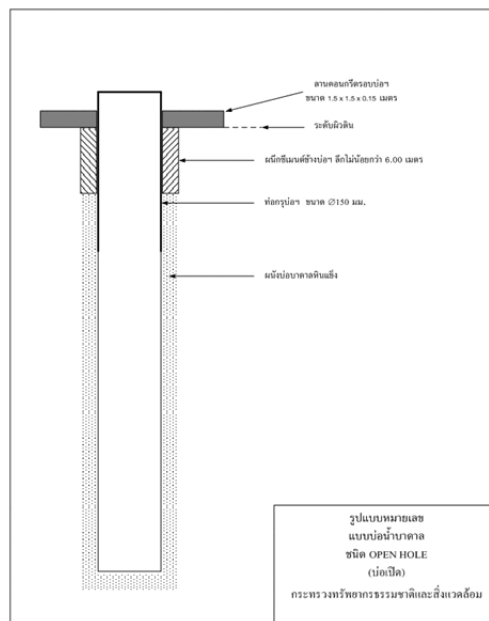
รูปที่ 2.1 รูปแบบบ่อแบบกรุกรวด (artificial gravel packed well)

(ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561)



2) แบบกรูกรวดธรรมชาติ (natural gravel packed well) เป็นบ่อแบบที่มีการพัฒนาด้วยแรงลมอัดในช่วงความลึกท่อกรองบ่อ เพื่อให้กรวดทรายธรรมชาติในชั้นน้ำบาดาลมีการเรียงตัวตามขนาด รอบๆท่อกรองบ่อ และกรองเม็ดทรายละเอียดหรือขนาดเล็กกว่า ไม่ให้ผ่านท่อกรองเข้าบ่อในขณะสูบน้ำ ใช้สำหรับก่อสร้างบ่อในชั้นน้ำบาดาลแบบหินร่วนเท่านั้น และเหมาะสำหรับบ่อที่เจาะลึก อาจจะลึกกว่า 300 เมตร หรือการกรูกรวดแบบข้อ 1) ทำแล้วเกิดปัญหาที่กรวดกรูไม่สามารถลงถึงช่วงความลึกของท่อกรองบ่อ

3) แบบเปิดเปลือย (opened hole) เป็นบ่อแบบที่เหมาะสมสำหรับก่อสร้างในชั้นน้ำบาดาลที่เป็นชั้นหินแข็ง ผนังหลุมเจาะมีความเสถียร เช่น ในชั้นน้ำบาดาลหินแกรนิต หินปูน ซึ่งเป็นชั้นหินที่มีเนื้อเชื่อมประสานดีและแน่น ไม่ยุ่ยง่าย หรือบางพื้นที่อาจจะเจาะพบชั้นน้ำบาดาลหินปูนที่มีสภาพเป็นโพรงหรือถ้ำ ซึ่งไม่สามารถทำการกรูกรวดได้



รูปที่ 2.2 รูปแบบบ่อแบบเปิดเปลือย (opened hole)


(ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561)

4) แบบกรูกรวดและเปิดเปลือยในบ่อเดียวกัน เป็นบ่อที่มีรูปแบบก่อสร้างผสมรวมแบบกรูกรวดและเปิดเปลือยในบ่อเดียวกัน โดยส่วนความลึกบนของบ่อจะเป็นแบบกรูกรวด และเปิดเป็นบ่อเปลือยในช่วงความลึกล่าง



5) แบบท่อสองชั้น (double casing well) เป็นบ่อที่มีรูปแบบก่อสร้างที่ลงท่อกรุชั้นนอกพร้อมอุดด้วยซีเมนต์รอบท่อกรุ จากนั้นทำการเจาะต่อในบ่อเดิมจนถึงความระดับชั้นน้ำบาดาล แล้วทำการติดตั้งท่อกรุและท่อกรองบ่ออีกชั้น โดยช่วงความลึกของชั้นน้ำบาดาลจะเป็นแบบเปิดเปลือย มักจะเป็นบ่อที่เจาะก่อสร้างในชั้นน้ำบาดาลแบบหินแข็ง มีความสะดวกและง่ายต่อการพัฒนาบ่อในภายหลัง การก่อสร้างบ่อรูปแบบนี้เหมาะสำหรับชั้นน้ำบาดาลในหินแข็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นน้ำบาดาลหินปูนที่มักมีปัญหาในเรื่องการอุดตันของท่อกรองบ่อจากสารประกอบพวกคาร์บอเนต (carbonate compound) หรือในบริเวณที่มีชั้นน้ำบาดาลหินร่วนวางตัวอยู่บนชั้นน้ำบาดาลหินแข็ง

2.4. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดบ่อน้ำบาดาลและอัตราการสูบน้ำ ปริมาณการให้น้ำของบ่อ นอกจากขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลแล้ว ยังขึ้นอยู่กับขนาดและความยาวท่อกรองน้ำที่ติดตั้ง รวมถึงขนาดท่อกรองบ่อสำหรับติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างขนาดบ่อน้ำบาดาลและอัตราการสูบน้ำสูงสุด (โดยประมาณ) ที่แนะนำ แสดงดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดบ่อน้ำบาดาลและอัตราการสูบน้ำสูงสุด 

ขนาดบ่อ (นิ้ว)	อัตราการสูบน้ำสูงสุด (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)
4	น้อยกว่า 20
6	45
8	130
10	180
12	275
14	455
16	775

(ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2551)

หมายเหตุ : ในบ่อที่มีขนาดเดียวกัน ถ้าติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ (vertical turbine line shaft pump) จะสามารถสูบน้ำได้อัตราสูงกว่าเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มใต้น้ำ (submersible pump) ทั้งนี้ควรปรึกษาผู้ผลิตแต่ละแบบและยี่ห้อเครื่องสูบน้ำ




2.5 วัสดุก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล จะประกอบด้วย ท่อกรูบ่อ ท่อกรองบ่อ กรวดกรู ดินเหนียว และซีเมนต์

- 1) ท่อกรูบ่อ โดยทั่วไปจะจำแนกเป็นท่อเหล็กและท่อพีวีซี
- 2) ท่อกรองบ่อ โดยทั่วไปจำแนกเป็นท่อกรองแบบเจาะร่อง (perforated casing) และแบบสกรีน (wire wound continuous slotted screen) มีทั้งที่เป็นวัสดุเหล็ก พีวีซีแข็ง และเหล็กไร้สนิม (stainless steel, SS) แต่ถ้าสกรีนที่มีขนาดใหญ่ มักจะเป็นท่อเหล็กไร้สนิม
- 3) กรวดกรู เป็นกรวดแม่น้ำคัดขนาด (บางครั้งอาจจะใช้ขนาดทรายหยาบแทนกรวด เพื่อป้องกันทรายแป้งเข้าบ่อ) มีลักษณะกลมมน หรือเป็นเหลี่ยมน้อย ไม่เจือปนด้วยดินเหนียว หรือเศษพืช ใบไม้ หรือสารอินทรีย์ต่างๆ เม็ดกรวดกรู จะเป็นสารประกอบซิลิกา (silica) ไม่เป็นสารประกอบคาร์บอนเนต สารประกอบที่ละลายน้ำได้ โลหะหนัก และสารพิษ กรวดกรูที่เหมาะสม จะมีขนาดความโต ประมาณ 3-5 เท่า ของขนาดเม็ดทรายของชั้นน้ำบาดาลโดยเฉลี่ย
- 4) ดินเหนียวและซีเมนต์ เป็นดินเหนียวบริสุทธิ์ ปั้นเป็นลูกกลมและตากแห้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร อาจจะโตกว่าหรือเล็กกว่า ขึ้นอยู่กับช่องว่างที่จะใส่ ส่วนซีเมนต์ ใช้เป็นซีเมนต์ผสมน้ำ ในอัตราส่วน ซีเมนต์ 50 กิโลกรัม ต่อน้ำ ประมาณ 25 ลิตร

2.6 การพัฒนาบ่อ เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการหลังจากลงท่อและกรูกรวดแล้ว เพื่อให้สิ่งอุดตันในช่องเปิดของท่อกรองบ่อและในช่องว่างกรวดกรูหลุดออก มีผลให้น้ำในชั้นน้ำบาดาลสามารถไหลผ่านเข้าบ่อได้สะดวก บ่อน้ำบาดาลมีประสิทธิภาพการให้น้ำดี การพัฒนาบ่อมีหลายวิธี เช่น การตักน้ำ (bailing) การเป่ากวนน้ำและสูบออกด้วยลม (air lifting and surging) การอัดและดึงน้ำด้วยลูกสูบ (mechanical surging) การดึงน้ำด้วยกระบอกกวาด (swabbing) การฉีดล้างด้วยน้ำ (water jetting) การสูบน้ำด้วยอัตราสูงกว่าอัตราการให้น้ำของบ่อ (over pumping) เป็นต้น แต่วิธีที่มักจะใช้กันแพร่หลาย คือ การเป่ากวนน้ำและสูบออกด้วยลม โดยคุณภาพน้ำทางกายภาพที่ได้หลังจากพัฒนาบ่อแล้ว ต้องเป็นน้ำที่ใส สะอาด และปราศจากทราย กรณีที่ยังมีทรายแป้งหลงเหลือปะปนขึ้นมากับน้ำ (sand content) เกณฑ์กำหนดปริมาณทรายแป้งในน้ำที่เป็นที่ยอมรับสำหรับการใช้งาน จะมีปริมาณตามที่ระบุไว้ดังนี้



เกณฑ์กำหนดทรายแบ่งปะปนขึ้นมากับน้ำที่ใช้กับกิจกรรมต่างๆ 

กิจกรรม	ปริมาณทรายแบ่งในน้ำ (มก./ลิตร)
อาหารและเครื่องดื่ม	ไม่เกิน 1
ครัวเรือนและอุตสาหกรรม	ไม่เกิน 5
ระบบหล่อเย็น	ไม่เกิน 10

(ดัดแปลงจาก U.S. EPA, 1975)

3. การสุบทดสอบ

สามารถจำแนกได้ออกเป็น 2 แบบ ตามวัตถุประสงค์ที่จะนำผลไปใช้งาน คือ สุบทดสอบแบบปรับอัตรา (step drawdown test) และแบบอัตราสุบคงที่ (constant rate test) ดังนี้

3.1 สุบทดสอบแบบปรับอัตราสุบ บ่อน้ำสองบ่อเจาะในที่เดียวกัน ความลึกและชั้นน้ำบาดาลเดียวกัน มีรูปแบบการก่อสร้างบ่อแบบเดียวกัน แต่บ่อทั้งสองอาจจะมีปริมาณการให้น้ำที่แตกต่างกัน เนื่องจากคุณภาพการก่อสร้างบ่อที่ต่างกัน สุบทดสอบแบบปรับอัตราสุบเพื่อที่จะทราบค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด และปริมาณการให้น้ำจำเพาะบ่อ (well specific capacity, SC) ของบ่อน้ำบาดาลนั้นๆ

3.2 สุบทดสอบแบบอัตราสุบคงที่ สุบทดสอบเพื่อหาคณะสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล ประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำไหลผ่าน (transmissivity, T) ค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน (hydraulic conductivity, K) และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (storativity, S) การหาค่า K และ S นั้น ต้องมีบ่อสังเกตการณ์ประกอบในการสุบทดสอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลระดับน้ำดในแต่ละรัศมีที่ห่างไกลจากบ่อสุบทดสอบ มาใช้คำนวณหาค่าที่ถูกต้องหรือใกล้เคียง



สำหรับภาคอุตสาหกรรม ในเบื้องต้นมีข้อเสนอแนะการสุบทดสอบเพื่อนำผลไปใช้งานได้ในทางปฏิบัติ ตามขั้นตอน ดังนี้

- 🌱 ขั้นตอนที่ 1 ทำการสุบทดสอบแบบปรับอัตราสูบ เป็นจำนวน 4 อัตรา สูบต่อเนื่องในอัตราละ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาสุบทดสอบรวม 12 ชั่วโมง จากนั้นทำการวัดระดับน้ำคืนตัวเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง แล้วต่อเนื่องด้วยขั้นตอนที่ 2
- 🌱 ขั้นตอนที่ 2 สูบทดสอบแบบอัตราสูบคงที่ โดยคัดเลือกอัตราสูบที่เหมาะสม (ประมาณอัตราร้อยละ 80 ของอัตราการให้น้ำสูงสุดของบ่อน้ำบาดาลที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่ 1) ทำการสูบต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 12 - 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการวัดระดับน้ำคืนตัวเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ในระหว่างการสุบทดสอบ ต้องมีการวัดอัตราสูบ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในบ่อ และเก็บตัวอย่างน้ำที่สูบได้เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่สูง ดังนั้น บ่อน้ำบาดาลต้องมีการติดตั้งท่อวัดระดับน้ำในบ่อและที่ปากบ่อ ต้องติดตั้งวาล์วสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำในขณะสุบทดสอบ

4. การออกแบบเครื่องสูบน้ำ และความลึกที่จะติดตั้ง

ขนาดกำลังขับเครื่องสูบน้ำ คำนวณได้จากสูตร

$$Bhp = (Q \times TDH) / (270 \times E)$$

เมื่อ Bhp = กำลังขับเครื่องสูบน้ำ (brake horse power) หน่วยเป็น แรงม้า

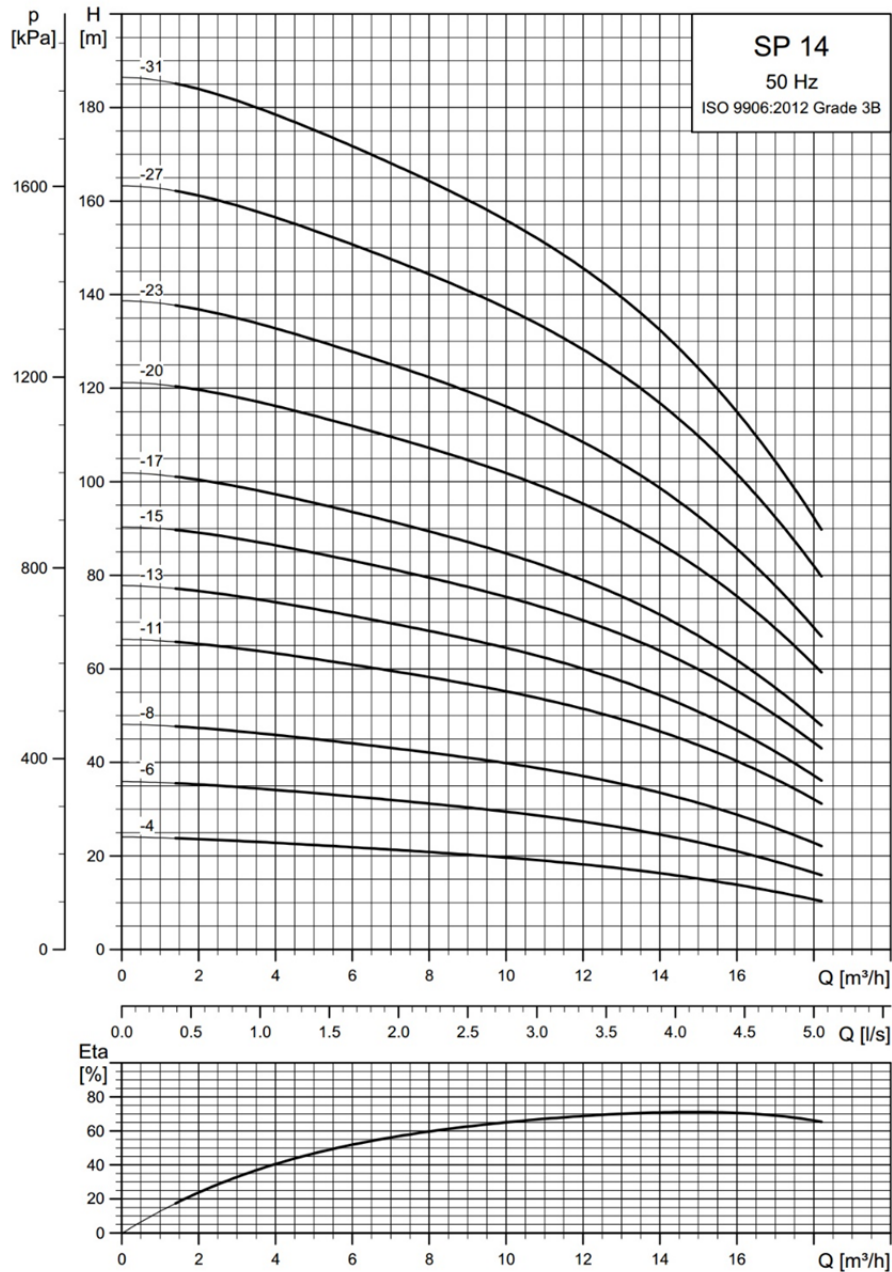
Q = อัตราการสูบน้ำ หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

TDH = แรงส่งสูงรวม (total dynamic head) หน่วยเป็น เมตร

E = ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ หน่วยเป็น ร้อยละ (%)

หรือเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำได้จากกราฟหรือตารางความสามารถการสูบน้ำของแต่ละรุ่นเครื่องสูบน้ำที่ผู้ผลิตได้กำกับไว้ตามรูปที่ 2.2 และ 2.3

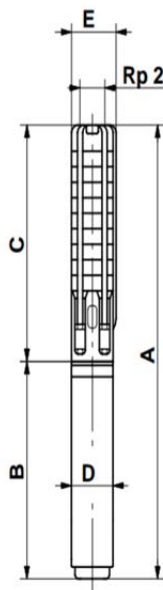


SP 14**Performance curves**

รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์อัตราการสูบ แรงส่งสูงรวม และประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ Grundfos, รุ่น SP 14



Dimensions and weights



TM00 0957 1196

Pump type	Motor		Dimensions [mm]					Net weight [kg]
	Type	Power [kW]	C	B	A	D	E	
Single-phase, 1 x 230 V / 1 x 240 V								
SP 14-4	MS 402	1.1	538	387	925	95	101	18.7
SP 14-6	MS 402	1.5	688	387	1075	95	101	20.2
SP 14-8	MS 4000	2.2	838	577	1415	95	101	32.3
Three-phase, 3 x 220-230 V 50 Hz / 3 x 380-400-415 V 50 Hz								
SP 14-4	MS 402	1.1	538	347	885	95	101	16.9
SP 14-6	MS 402	1.5	688	387	1075	95	101	20.2
SP 14-8	MS 402	2.2	838	387	1225	95	101	23.2
SP 14-4	MS 4000	1.1	538	417	955	95	101	21.1
SP 14-6	MS 4000	1.5	688	417	1105	95	101	22.7
SP 14-8	MS 4000	2.2	838	457	1295	95	101	26.3
SP 14-11	MS 4000	3	1063	497	1560	95	101	30.6
SP 14-13	MS 4000	3	1213	497	1710	95	101	32.2
SP 14-15	MS 4000	4	1363	577	1940	95	101	37.8
SP 14-17	MS 4000	4	1513	577	2090	95	101	39.5
SP 14-20	MS 4000	5.5	1738	677	2415	95	101	46.9
SP 14-23	MS 4000	5.5	1963	677	2640	95	101	49.2
SP 14-27	MS 4000	7.5	2263	777	3040	95	101	56.4
SP 14-31	MS 4000	7.5	2563	777	3340	95	101	59.6
SP 14-20	MS 6000	5.5	1801	547	2348	139.5	139.5	57.3
SP 14-23	MS 6000	5.5	2026	547	2573	139.5	139.5	59.6
SP 14-27	MS 6000	7.5	2326	577	2903	139.5	139.5	65.8
SP 14-31	MS 6000	7.5	2626	577	3203	139.5	139.5	69.0

E = Maximum diameter of pump inclusive of cable guard and motor.

Note: The pump types above are also available in N- and R-versions. See page 6.

Pumps mounted in sleeve are only available in standard and N-versions.

รูปที่ 2.3 แสดงขนาด น้ำหนัก และรายละเอียดด้านไฟฟ้า ของเครื่องสูบน้ำ Grundfos, รุ่น SP 14

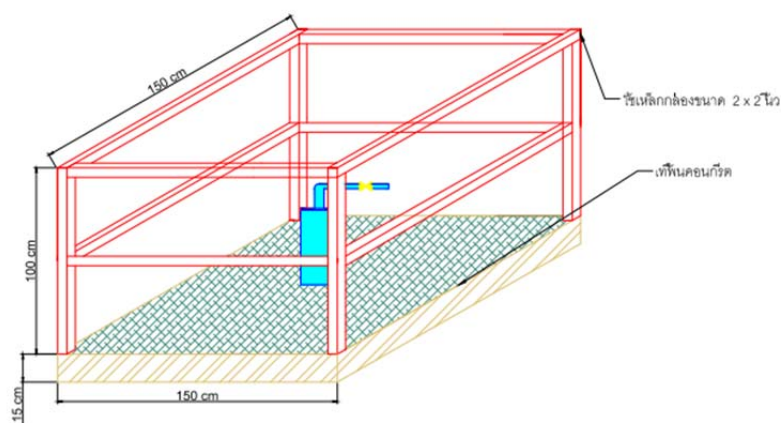


2.3 การดูแลรักษาบ่อน้ำบาดาล

บ่อน้ำบาดาลและเครื่องสูบน้ำ มีความจำเป็นต้องดูแลและบำรุงรักษาให้คงไว้ซึ่งสภาพการใช้งานให้นานที่สุดตามอายุการใช้งานที่ได้ออกแบบไว้

1. การดูแลรักษาภายนอกบ่อน้ำบาดาล

- 1.1 ตัดหญ้าและวัชพืชบริเวณรอบฐานบ่อ หมั่นตรวจสอบสภาพและบำรุงรักษาส่วนที่อยู่ปากบ่อ เช่น ฐานคอนกรีต บ่อ รั้วบ่อ หลักรันชนปากบ่อ โรงสูบน้ำให้อยู่ในสภาพที่ดี ซ่อมส่วนที่เสียหายหรือสึกหรอให้กลับสู่สภาพใช้งานได้ตามปกติ และทำทางระบายน้ำไม่ให้น้ำท่วมขัง
- 1.2 ยกฐานบ่อน้ำบาดาลให้สูงกว่าระดับน้ำท่วมถึง หรือผนังปากบ่อ หรือจัดทำหลักป้องกันบ่อน้ำบาดาลเพื่อป้องกันน้ำท่วมไหลลงสู่บ่อน้ำบาดาล
- 1.3 หมั่นตรวจสอบ บำรุงรักษา และซ่อมสภาพตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำ ท่อร้อยสายไฟ รวมถึงอุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ตามปกติ มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน



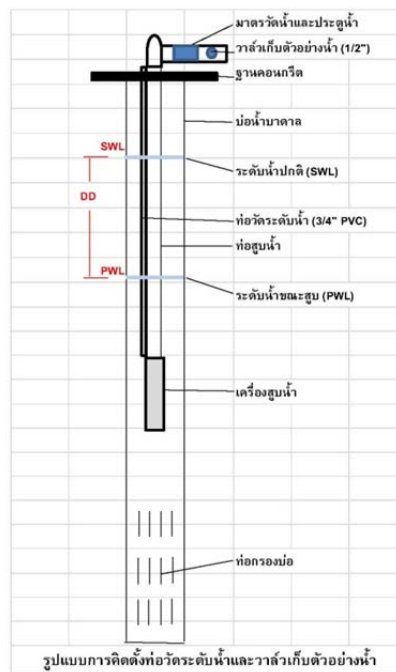
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะหลักป้องกันบ่อน้ำบาดาล



2. การเฝ้าระวังและดูแลรักษาภายในบ่อน้ำบาดาลและเครื่องสูบน้ำ

เนื่องจากเป็นโครงสร้างก่อสร้างและติดตั้งอยู่ใต้ดิน จึงต้องอาศัยการสังเกตและบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสูบน้ำจากบ่อ ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพน้ำในแต่ละช่วงเวลาของการใช้งาน มาใช้วิเคราะห์เพื่อกำหนดเวลาในเรื่องซ่อมบำรุงรักษา ดังนี้

2.1 ติดตั้งท่อวัดระดับน้ำและวาล์วในบ่อ ทำการสูบทดสอบน้ำโดยวัดอัตราการสูบและระดับน้ำขณะสูบ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์อัตราการสูบน้ำที่เหมาะสมและพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะปรับเพิ่มอัตราการสูบน้ำในแต่ละบ่อ



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะท่อวัดระดับน้ำ

2.2 เก็บประวัติหรือข้อมูลแรกเริ่มของบ่อน้ำบาดาลและเครื่องสูบน้ำ ประกอบด้วย ขนาดบ่อ ความลึกบ่อ ความลึกของช่วงท่อกรอง ระดับน้ำปกติ ปริมาณการให้น้ำของบ่อ ระดับน้ำขณะสูบ ระยะน้ำลัด ค่าปริมาณการให้น้ำจำเพาะบ่อ (SC) ขนาดและความลึกของเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้ง และคุณภาพน้ำ



2.3 สังเกต ติดตาม และบันทึกอัตราการสูบและระดับน้ำที่อาจจะเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน หรืออาจถี่กว่านี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และวัตถุประสงค์การนำข้อมูลไปใช้งาน หากค่า SC และเปรียบเทียบค่า SC ที่ได้จากประวัติข้อมูลที่ได้สามารถนำมาวิเคราะห์ถึงสภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำและบ่อน้ำบาดาล เพื่อเป็นแนวทางและวางแผนในการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและบ่อน้ำบาดาล ให้สามารถสูบน้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพผลตลอดจนเป็นการเฝ้าระวังและวางแผนรับมือปัญหาการเปลี่ยนแปลงของชั้นน้ำบาดาลทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

- หากค่า SC ลดลงถึงร้อยละ 25 ให้ทำการพัฒนาบ่อ (Driscoll, 1987) ซึ่งมีสาเหตุจากการอุดตันที่ท่อกรองหรือในชั้นกรวดกรู โดยก้นบ่ออาจจะตื้นขึ้นแล้วตะกอนดินที่ก้นบ่อไปปิดและอุดตันในช่วงท่อกรอง หรืออาจจะเกิดจากตะกอนดินอุดตันตามร่องเปิดตามช่วงความยาวของท่อกรองเป็นหย่อมๆ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางกายภาพหรือทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งบ่อน้ำบาดาลที่มีค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะหรือค่าสารละลายรวมในน้ำสูง บ่อที่ไม่ได้ทำการฆ่าเชื้อโรคก็มีโอกาสจะเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีทำให้ท่อกรองอุดตัน และอื่นๆ
- ค่า SC ลดลง อาจจะมาจากสาเหตุการให้น้ำของชั้นน้ำบาดาลลดลงโดยธรรมชาติ หรือมีบ่อสูบน้ำเพิ่มขึ้นในบริเวณข้างเคียงแล้วมีผลกระทบต่อ ซึ่งในเรื่องนี้ต้องสังเกตบ่อน้ำบาดาลในบริเวณนั้นๆ ประกอบ หรือจากบ่อสังเกตการณ์ (ถ้ามี)
- หากค่า SC ยังเท่าเดิม หรือใกล้เคียงกับค่าเดิม แต่ปริมาณน้ำที่สูบได้ลดลง ให้ทำตรวจสอบค่าโวลต์และกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ว่ายังมีค่าตามปกติที่มอเตอร์ใช้งานหรือไม่ กรวดหรือไม่ แล้วทำการถอนเครื่องสูบน้ำ ตรวจสอบชุดเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ ซึ่งสาเหตุอาจจะมาจากท่อสูบน้ำรั่ว หรือใบพัดเครื่องสูบน้ำสึกหรอ หรือเพลลา/ประกับหลวม หรือประสิทธิภาพมอเตอร์ลดลง หรือจากสาเหตุอื่นๆ

2.4 เก็บตัวอย่างน้ำในขณะที่ทำการบันทึกข้อมูล พร้อมวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแต่ละเดือน หรืออาจถี่กว่านี้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และวัตถุประสงค์การนำข้อมูลไปใช้งาน พารามิเตอร์หลักที่ควรวิเคราะห์ คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การนำไฟฟ้าจำเพาะ (specific electric conductivity, EC) สารละลายในน้ำรวม (total dissolved solids, TDS) ความกระด้าง (total hardness) เหล็ก (Fe) และ คลอไรด์ (Cl) อาจจะวิเคราะห์พารามิเตอร์อื่นๆถ้าจำเป็นที่ต้องการศึกษา

2.5 หากมีการเจาะก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลเพิ่มเติม ควรมีการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินเพื่อกำหนดจุดเจาะที่มีศักยภาพน้ำบาดาลหรือจุดเจาะที่เหมาะสม



3. การอุทกกลบหลุมเจาะที่ไม่ก่อสร้างบ่อ หรือบ่อน้ำบาดาลที่เลิกใช้งาน

การอุทกกลบหลุมเจาะที่ไม่ก่อสร้างบ่อ

หลุมเจาะน้ำบาดาลที่เจาะแล้วไม่ก่อสร้างเป็นบ่อน้ำบาดาล ให้อุทกกลบด้วยซีเมนต์หรือดินเหนียวบริสุทธิ์ ตั้งแต่ก้นหลุมเจาะถึงระดับพื้นดิน ถ้าอุทกด้วยดินเหนียวควรเหลือระดับ 6 เมตรบนสุดให้อุทกด้วยซีเมนต์ ในกรณีที่มีความลึกของก้นหลุมเจาะน้ำบาดาลที่เจาะแล้วไม่ก่อสร้างเป็นบ่อ ให้อุทกกลบด้วยซีเมนต์หรือดินเหนียวบริสุทธิ์ ตั้งแต่ก้นหลุมเจาะถึงระดับความลึกที่จะพัฒนาบ่อก่อสร้างบ่อ

การอุทกกลบด้วยดินเหนียว ให้ค่อยๆ โปรงหรือเทดินเหนียวลงในหลุมเจาะ ส่วนการอุทกกลบด้วยซีเมนต์ ต้องมีท่อน้ำ (tremie pipe) และอัดซีเมนต์ ในอัตราส่วน ซีเมนต์ 50 กิโลกรัม ต่อ น้ำ ประมาณ 25 ลิตร ผ่านท่อน้ำโดยเครื่องอัดซีเมนต์ลงในช่วงระยะความลึกที่ต้องการทำการอุทก การอัดอาจจะอัดรวดเดียวจากจากก้นหลุมเจาะให้ซีเมนต์ขึ้นมาถึงระดับความลึกที่ต้องการ หรือกรณีที่แรงดันของเครื่องอัดซีเมนต์ไม่เพียงพอที่จะอัดได้ในครั้งเดียวในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ให้ทำการอัดเป็นช่วงระยะ โดยยกท่อน้ำขึ้นมาตามแต่ละช่วงระดับความลึกที่ต้องการ หากมีการยุบตัวของซีเมนต์ ให้เติมซีเมนต์ลงไปอีกจนกว่าซีเมนต์จะหยุดการยุบตัว

การอุทกกลบบ่อน้ำบาดาลที่เลิกใช้งาน

บ่อน้ำบาดาลที่เลิกใช้แล้ว ต้องอุทกกลบด้วยซีเมนต์หรือดินเหนียวบริสุทธิ์ ตั้งแต่ก้นหลุมเจาะหรือก้นบ่อจนถึงระดับพื้นดิน ให้ทำการเป่าล้างบ่อด้วยเครื่องอัดลมในบ่อน้ำบาดาลที่เลิกใช้แล้ว เพื่อให้ตะกอนดินทรายที่ก้นบ่อขึ้นให้หมดหรือให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือเพื่อให้ น้ำกร่อยเค็มหรือสารปนเปื้อนออกจากบ่อน้ำบาดาลและชั้นน้ำบาดาลให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ก่อนทำการอุทกกลบ

การอุทกกลบด้วยดินเหนียว ให้ค่อยๆ โปรงหรือเทดินเหนียวลงในบ่อ พร้อมกรอกน้ำจืดสะอาดตามไปด้วยเป็นระยะ กระทั่งดินเหนียวขึ้นมาถึงระดับ 6 เมตร ปล่อยให้ดินเหนียวยุบตัวเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการอุทกกลบด้วยซีเมนต์ถึงระดับพื้นดิน ขณะเดียวกันให้ตัดท่อกรูของปากบ่อให้เสมอกับระดับพื้นดินหรือได้ระดับพื้นดินแล้วเทซีเมนต์ปิดทับ

รายละเอียดในเรื่องการเจาะก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล วิธีการพัฒนาบ่อ การสำรวจน้ำบาดาล เครื่องสูบน้ำบาดาล และอื่น ๆ สามารถศึกษาเพิ่มเติมจาก หนังสือคู่มือและมาตรฐานเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล พ.ศ. 2551



ส่วนที่ 3

เรื่องมือการเพิ่มประสิทธิภาพ การบริหารจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม

น้ำ นอกจากเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่ถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแล้ว ยังเป็นต้นทุนสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำด้วย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมแอมโมเนียและอุตสาหกรรมน้ำตาลซึ่งเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปทางการเกษตรที่มีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตในปริมาณมาก นั้นหมายถึง หากมีการใช้น้ำมากต้นทุนค่าใช้จ่ายก็จะมากตามมาทั้งต้นทุนจากการนำน้ำดื่มมาใช้และต้นทุนจากการบำบัดน้ำเสียหากไม่มีแนวทางจัดการที่เหมาะสม

ในอดีตที่ผ่านมา การจัดการน้ำมุ่งเน้นการบำบัดที่ปลายทางหรือปลายท่อ (End of Pipe) โดยมุ่งเน้นการบำบัดน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูงมาก ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรมตั้งแต่ต้นทางเพื่อลดภาระในการบำบัดน้ำเสีย เช่น เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology: CT) หลักการ 3R (Reduce, Reuse, Recycle) รวมถึงการยกระดับสถานประกอบการตามหลักการโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory) ซึ่งผู้ประกอบการสามารถผสมผสานวิธีการและทางเลือกหลายรูปแบบมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละสถานประกอบการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการบริหารจัดการน้ำ ลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ ควบคู่กับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ก่อเกิดประโยชน์ต่อการดำเนินธุรกิจและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางการค้า

3.1 เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) และ 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

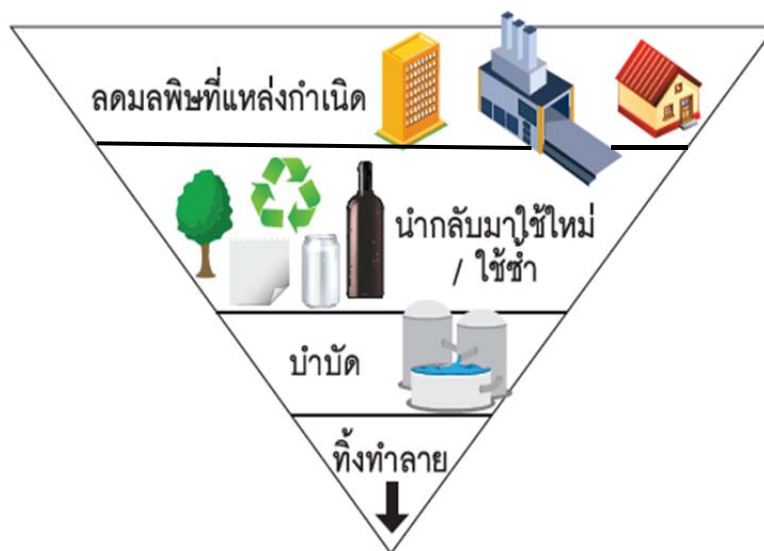
เทคโนโลยีสะอาดเป็นการพัฒนา การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของกระบวนการผลิต การบริการ และการบริโภค โดยเกิดผลกระทบและความเสื่อมต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ในขณะนั้น และต้องมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์



1. หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด คือ การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์เพื่อให้การใช้ วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มตั้งแต่การลดการเกิดของเสียที่แหล่งหรือกระบวนการที่ก่อให้เกิดของเสีย (Source Reduction) การใช้ซ้ำของเสีย/วัสดุที่ยังใช้งานได้ (Reuse) การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ในรูปแบบต่างๆ ก่อนที่จะนำส่วนที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ ได้อีก

ไปบำบัด (Treatment) และการกำจัดของเสีย (Disposal) อย่างปลอดภัย ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนในการผลิตไปพร้อมกัน ซึ่งลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย ประกอบด้วย



รูปที่ 3.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีวิธีดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ





รูปที่ 3.2 วิธีการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด

การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งได้เป็น 2 แนวทางใหญ่ๆ คือ การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์และการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

(1) การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์

ทำได้โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด หรือให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ลดการใช้สารเคมีอันตรายที่มีผลในการผลิต การใช้งาน และการทำลายหลังการใช้งาน เช่น เปลี่ยนสูตรของผลิตภัณฑ์ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อผู้บริโภคนำไปใช้ ยกเลิกการใช้ชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และยกเลิกการบรรจุหีบห่อที่ไม่จำเป็น เป็นต้น



(2) การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

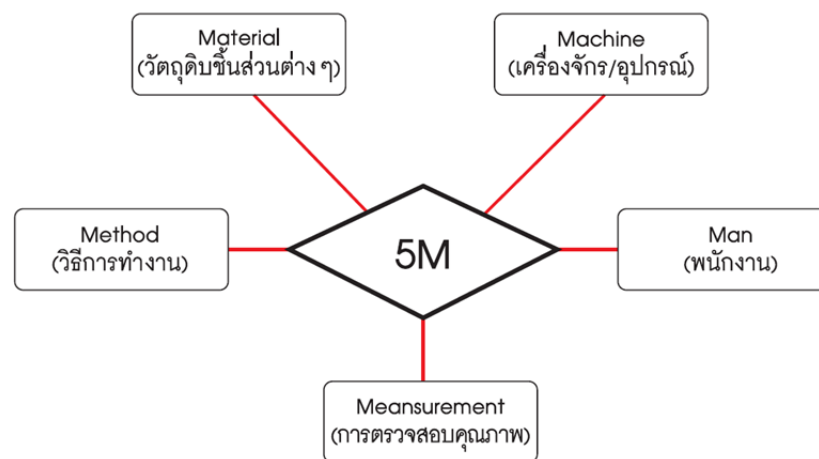
แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และการปรับปรุงกระบวนการให้สะดวก รวดเร็ว และเกิดของเสียหรือของเหลือใช้น้อยลง

- การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change) ทำได้โดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ หรือมีความบริสุทธิ์สูง รวมทั้งการลดหรือยกเลิกการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย เพื่อหลีกเลี่ยงการเติมสิ่งปนเปื้อนเข้าไปในกระบวนการผลิตและพยายามเลือกใช้วัตถุดิบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น
 - เลือกใช้หัวมันที่มีการปนเปื้อนดิน ทราายและเหง้าต่ำ และไม่เก็บหัวมันค้างไว้ ควรนำหัวมันที่สดใหม่เข้าสู่กระบวนการผลิตทันทีเพื่อลดการสูญเสียแอมโมเนียในกระบวนการผลิต เนื่องจากหัวมันที่สดใหม่จะให้ปริมาณแอมโมเนียมากกว่าหัวมันที่เก็บค้างไว้ เพราะแอมโมเนียบางส่วนในหัวมันจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลภายใต้อุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส
 - ติดตั้งเครื่องร่อนดิน เครื่องดักหิน เพื่อลดสิ่งแปลกปลอมที่มาพร้อมกับหัวมันสำหรับ / ติดตั้งชุดแยกทราายเพื่อลดปริมาณ ดิน ทราาย ที่ปนเปื้อนเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อย
 - ควบคุมการใช้กำมะถันในปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตแอมโมเนียสำหรับ หรือการเปลี่ยนจากการใช้กำมะถันก่อนเปลี่ยนมาใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) ซึ่งมีความเป็นอันตรายน้อยกว่า
 - การไม่ใช้หมักพืชมที่มีแคดเมียมเป็นสารประกอบ การไม่ใช้น้ำยาไซยาไนด์ในการชุบผิวโลหะ เป็นต้น



- การปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี (Technology Improvement) เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตทำได้โดยการออกแบบระบบการผลิตใหม่ เพิ่มระบบอัตโนมัติเข้าไปช่วยในการผลิต ปรับปรุงคุณภาพของอุปกรณ์ หรือแสวงหาเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถช่วยให้เกิดของเสียหรือของเหลือจากการผลิตน้อยลงมาใช้ เช่น การจัดวางผังโรงงานใหม่ที่ช่วยลดระยะการเคลื่อนย้ายวัสดุให้น้อยลง การควบคุมความเร็วมอเตอร์เพื่อควบคุมการสิ้นเปลืองพลังงาน เป็นต้น

เงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ (5M) ได้แก่ Material (วัตถุดิบ/ชิ้นส่วนต่างๆ) Machine (เครื่องจักร/อุปกรณ์) Method (วิธีการทำงาน) Man (พนักงาน) Measurement (การตรวจสอบคุณภาพ)



รูปที่ 3.3 เงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุง

- การบริหารการดำเนินการ (Operational Management) ทำได้โดยปรับปรุงวิธีการผลิตเดิม โดยใช้เทคนิคการลด การรวม และการทำขั้นตอนการผลิตให้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้เกิดของเสียจากการผลิตลดลง เช่น ในกรณีมีผลิตภัณฑ์หลายแบบ การวางแผนการผลิตที่ดีจะช่วยลดการที่ต้องเสียเวลาปรับตั้งเครื่องจักรก่อนเริ่มงาน เพราะเปลี่ยนแบบผลิตภัณฑ์ เป็นต้น



การนำกลับมาใช้ซ้ำ

การนำกลับมาใช้ซ้ำ แบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ การนำผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบเก่ากลับมาใช้ซ้ำหรือการใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน และ การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน

(1) การใช้หมุนเวียน

ทำได้โดยการหาทางนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพมาใช้ประโยชน์ หรือหาทางใช้ประโยชน์จากสารหรือวัสดุที่ปนอยู่ในของเสีย โดยการนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตเดิม หรือกระบวนการผลิตอื่นๆ

(2) การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน

เป็นการนำของเสียไปผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้สามารถนำเอากลับมาใช้ได้ อีก หรือเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ เช่น การนำน้ำหล่อเย็น น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือตัวทำละลาย ตลอดจนวัสดุอื่นๆ กลับมาใช้ใหม่ในโรงงาน การนำพลังงานความร้อนส่วนเกินหรือเหลือใช้ กลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ควรจะดำเนินการ ณ จุดกำเนิดของเสีย นั้นมากกว่าการขนย้ายไปจัดการที่อื่น โดยเฉพาะของเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนของวัตถุดิบ เช่น การแยกน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเพื่อแยกโลหะ เช่น ดีบุก ทองแดง หรือตะกั่ว เพื่อนำกลับมาใช้งาน ซึ่งจะทำให้ได้ง่าย และมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งลดอัตราเสี่ยงจากการปนเปื้อนในระหว่างการรวบรวมหรือขนถ่าย เป็นต้น



2. หลักการของ 3R มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีสะอาด

3R คือ การจัดการของเสียที่ให้ความสำคัญในการลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด มุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และพยายามหาแนวทางนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ให้ได้มากที่สุด โดยพิจารณาถึงศักยภาพการใช้ประโยชน์ของของเสียแต่ละประเภทและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องบำบัด/กำจัดในปริมาณน้อยที่สุดโดยเลือกใช้วิธีการกำจัดของเสียเป็นวิธีสุดท้าย

• ตัวอย่างการประยุกต์หลัก 3R ในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาด

โรงงานอุตสาหกรรม ทุกแห่งมีโอกาสสูญเสียโดยไม่จำเป็น การบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการประหยัดและลดการสูญเสียโดยไม่จำเป็น การใช้น้ำซ้ำให้คุ้มค่าที่สุด ก่อนการปล่อยทิ้ง การนำน้ำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

การลดการใช้ที่ไม่จำเป็น (Reduce)

- ลดการรั่วไหลของน้ำโดยการตรวจสอบและซ่อมแซมรอยรั่ว ตรวจสอบหาจุดที่มีการสูญเสียน้ำ ได้แก่ บริเวณวาล์วและรอยต่อเชื่อม การรั่วซึมของท่อน้ำ หรืออุปกรณ์ในระบบน้ำอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งหากพบการรั่วซึมรีบทำการซ่อมแซม
- ติดตั้งมาตรวัดน้ำในจุดสำคัญ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมการใช้น้ำ เพื่อการปรับปรุงและตรวจประเมินผลการใช้น้ำเป็นระยะๆ
- จำกัดพื้นที่เฉพาะ หรือทำบับกั้นในการล้างทำความสะอาดพื้น เพื่อจำกัดบริเวณที่ต้องทำความสะอาด
- เก็บเศษวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากบริเวณที่จะทำความสะอาดก่อนแล้วจึงฉีดทำความสะอาดด้วยน้ำ กำหนดให้ล้างพื้นด้วยน้ำวันละ 1 ครั้ง และกำหนดเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการล้างทำความสะอาด
- ใช้เครื่องสูบน้ำแรงดันสูงในการฉีดน้ำล้างพื้นและเครื่องจักร เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ



- ปรับเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ
- จัดบันทึกปริมาณการใช้น้ำแต่ละวันเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ โดยการจดทำบันทึกข้อมูลปริมาณการใช้น้ำต่อตันผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้น้ำ การรั่วไหล การสูญเสีย และเพื่อปรับลดการใช้น้ำที่เหมาะสมต่อไป
- ลดความถี่ในการถ่ายน้ำล้างทิ้ง โดยเพิ่มจำนวนอ่างล้างให้มากขึ้น เพื่อให้สามารถใช้หลักการล้างแบบสวนทาง (Counter Flow)

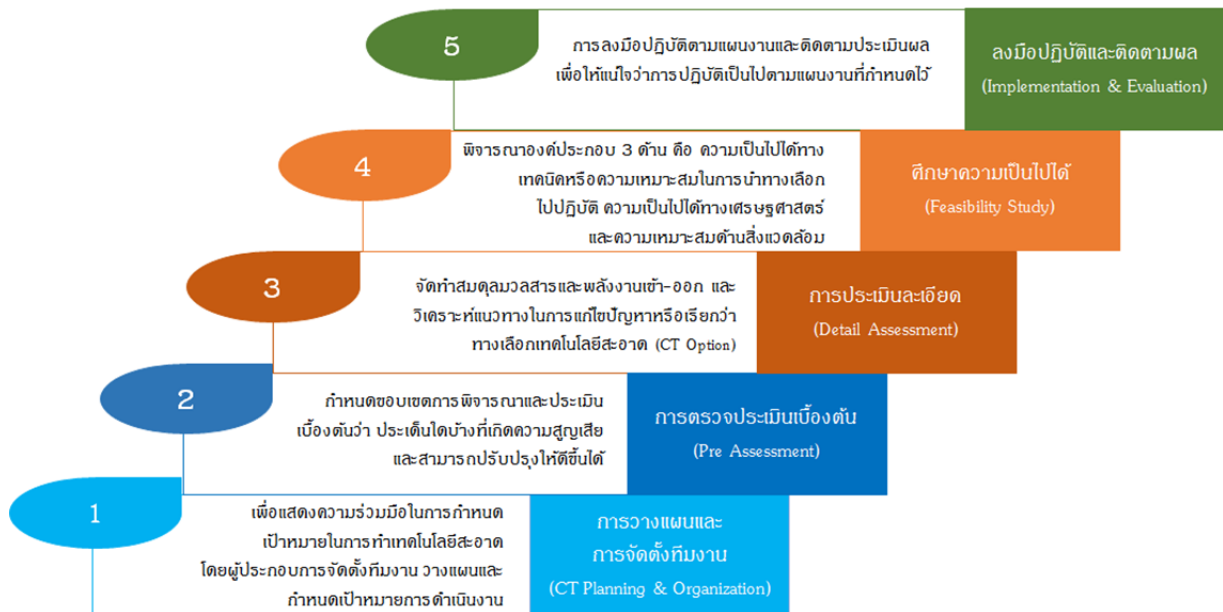
การใช้น้ำซ้ำ (Reuse)

- การหมุนเวียนน้ำจากกระบวนการผลิตหนึ่งไปหมุนเวียนใช้ในอีกกระบวนการผลิตหนึ่งที่ใช้คุณภาพต่ำกว่า เช่น
 - การนำน้ำทิ้งจากเครื่องสกัดแห้งกลับมาใช้ในเครื่องแยกแ่งชุดที่ 1 เนื่องจากยังมีแ่งปนอยู่ในน้ำทิ้งที่สามารถนำกลับมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แ่งได้
 - การนำน้ำทิ้งจากเครื่องแยกแ่งชุดที่ 2 กลับมาใช้ใหม่ในเครื่องสกัดหยาบ เนื่องจากเป็นน้ำที่ ยังมีแ่งที่มีคุณภาพดีปนอยู่
 - การนำน้ำทิ้งจากเครื่องแยกแ่งชุดที่ 1 กลับมาใช้ร่วมกับน้ำเขียวเพื่อล้างเศษดิน ทราย และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ติดมากับหัวมันสำปะหลังในกระบวนการล้างหัวมัน เนื่องจากเป็นน้ำทิ้งส่วนที่มีการปนเปื้อนของโปรตีน ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตอื่นๆ
 - การนำน้ำทิ้งจากเครื่องอัดกาก มาหมุนเวียนใช้ในเครื่องสกัดกาก
 - การนำน้ำร้อนเหลือใช้จากโรงงานน้ำตาลมาใช้ใน Boiler เพื่อผลิตเป็นไอน้ำ
 - การนำน้ำ Reject RO กลับมาเข้าระบบประปา
 - การนำน้ำ Blow Down กลับมาใช้ใหม่



3. ขั้นตอนการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาด

วิธีการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาดประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาด

การวางแผนและการจัดตั้งทีมงาน (CT Planning & Organization)

การวางแผนและการจัดทีม มีวัตถุประสงค์เพื่อจะแสดงความร่วมมือในการกำหนดเป้าหมายในการทำเทคโนโลยีสะอาด โดยผู้ประกอบการดำเนินการจัดตั้งทีมงาน ทำการวางแผนและกำหนดเป้าหมายการดำเนินงานร่วมกัน

การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre Assessment)

หลังจากที่ได้จัดทีมงานและทราบวัตถุประสงค์การทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทีมงานจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และเริ่มทำการกำหนดขอบเขตการพิจารณาและประเมินเบื้องต้นว่า ประเด็นใดบ้างที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย และสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ การประเมินเบื้องต้นอาศัยหลักวิชาการประกอบกับประสบการณ์ในทางปฏิบัติของโรงงาน



ในการกำหนดเกณฑ์การจัดลำดับความสำคัญของแต่ละประเด็นปัญหาที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ ผลจากการประเมินนี้ จะใช้เป็นแนวทางกำหนดบริเวณหรือทรัพยากรที่จะศึกษาต่อไป

การประเมินละเอียด (Detail Assessment)

เมื่อได้ประเด็นที่เกิดความสูญเสียสูงและต้องการจะปรับปรุงให้ดีขึ้นแล้ว จึงเริ่มทำการประเมินละเอียด โดยจัดทำสมดุลมวลสารและพลังงานเข้า-ออก เพื่อให้ทราบถึงแหล่งกำเนิดของของเสียและสาเหตุของการสูญเสีย จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือเรียกว่า ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (CT Option)

ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)

การศึกษความเป็นไปได้อาจมีวัตถุประสงค์เพื่อลำดับความสำคัญของทางเลือกที่ได้จากขั้นตอนการประเมินละเอียดโดยพิจารณาองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ความเป็นไปได้ทางเทคนิคหรือความเหมาะสมในการนำทางเลือกไปปฏิบัติ ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม

ลงมือปฏิบัติและติดตามผล (Implementation & Evaluation)

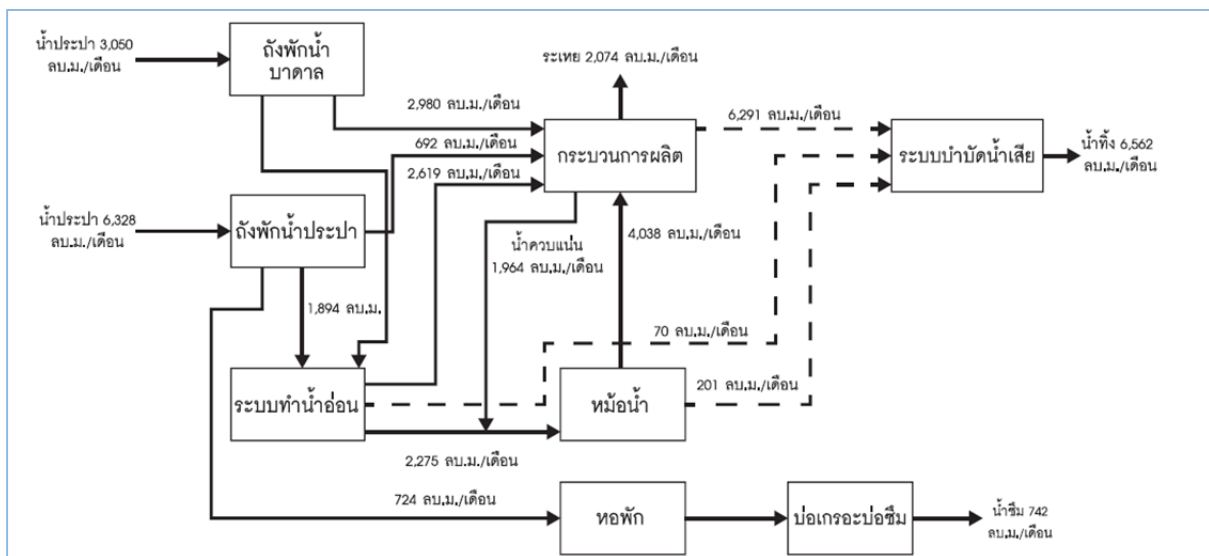
การลงมือปฏิบัติต้องมีแผนการทำงานโดยละเอียดประกอบด้วย บริเวณเป้าหมาย ขั้นตอนระยะเวลา และผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน เมื่อดำเนินกิจกรรมไปได้ระยะหนึ่งควรติดตามประเมินผลเพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้หรือหากมีปัญหาจะได้ทบทวนแก้ไขต่อไป



4. การทำสมดุลน้ำ

ข้อมูลสมดุลน้ำเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับใช้ประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำ การทำสมดุลน้ำจะทำให้เราทราบ (1) น้ำที่เข้ามาสู่โรงงานถูกนำไปใช้ในกิจกรรมได้บ้าง และปริมาณของน้ำในแต่ละกิจกรรม ณ จุดต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมมีเท่าไร (2) น้ำที่ออกจากโรงงานออกไปทางช่องทางใดบ้าง ปริมาณเท่าไร และ (3) น้ำที่เข้าและออกจากโรงงานมีปริมาณเท่ากันหรือไม่ โดยปกติปริมาณน้ำที่เข้าและออกต้องมีค่าเท่ากันเสมอ

$$\text{น้ำเข้าสู่โรงงาน} = \text{น้ำในผลิตภัณฑ์} + \text{น้ำทิ้ง} + \text{น้ำระเหย} + \text{น้ำรั่วไหล}$$



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการทำสมดุลน้ำในสถานประกอบการ



3.2 การรับรองมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory)

Eco Factory เป็นมาตรฐานแห่งแรกของประเทศไทยที่พัฒนาโดยภาคเอกชน โดยสถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืนภายใต้สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อแสดงว่าโรงงานที่ได้รับรอนั้นประกอบกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งส่งเสริมสังคมและเศรษฐกิจให้ดีขึ้นเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย (1) การประเมินเบื้องต้น (Basic criteria) เพื่อบ่งชี้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมมีระบบการจัดการที่ดีและมีการปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมาย (2) การประเมินตาม 14 เกณฑ์คุณลักษณะ (Eco Factory criteria) เพื่อบ่งชี้การดำเนินงานด้านประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรภายในโรงงาน และการดำเนินกิจกรรมร่วมกับชุมชน ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและการจัดการน้ำเสียเป็นหนึ่งในหัวข้อที่ต้องประเมิน และ (3) การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเลือก 3 ประเด็นใน 14 ประเด็นมาแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง



เกณฑ์คุณลักษณะ (Eco Factory criteria)



Eco Efficiency เป็นการประเมินการดำเนินงานด้านประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรภายในโรงงาน ในมิติเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยหัวข้อหลัก 12 ด้าน

<p>1. การใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพ มุ่งเน้นการดำเนินงานกิจกรรมหรือมาตรการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบ และการนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงานหรือภาคส่วนอื่นๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบขององค์กร</p>	<p>7. การจัดการน้ำและน้ำเสีย มุ่งเน้นการดำเนินกิจกรรมลดการใช้น้ำหรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และให้มีการนำน้ำทิ้งจากภายนอกมาใช้ หรือนำน้ำทิ้งของบริษัท ไปใช้เป็นประโยชน์กับโรงงานหรือภาคส่วนอื่นๆ</p>
<p>2. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน มุ่งเน้นการดำเนินมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงาน และการแลกเปลี่ยนพลังงานเหลือทิ้ง (Waste Energy) กับภาคส่วนอื่นๆ</p>	<p>8. การปล่อยก๊าซเรือนกระจก มุ่งเน้นการดำเนินกิจกรรมหรือมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการพิจารณาใช้มาตรการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อมุ่งให้เกิดสมดุลคาร์บอน</p>
<p>3. การขนส่งและโลจิสติกส์ มุ่งเน้นการดำเนินมาตรการด้านความปลอดภัยในระบบขนส่งและโลจิสติกส์ขององค์กร รวมถึงการลดต้นทุน หรือเพิ่มประสิทธิภาพระบบขนส่งและโลจิสติกส์ขององค์กร</p>	<p>9. การจัดการมลภาวะอากาศ มุ่งเน้นการดำเนินกิจกรรมลดการปล่อยมลพิษทางอากาศที่มีนัยสำคัญของบริษัทได้มากกว่ามาตรฐาน</p>
<p>4. โซ่อุปทานสีเขียว มุ่งเน้นเรื่องการจัดซื้อจัดจ้างสินค้าหรือบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการส่งเสริมให้ 1st Tier Supplier มีการผลิตหรือซื้อสินค้าหรือบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม</p>	<p>10. การจัดการกากของเสีย มุ่งเน้นการดำเนินกิจกรรมหรือมาตรการลดของเสีย การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ และให้มีการนำวัสดุไม่ใช้และของโรงงานไปใช้เป็นวัตถุดิบ หรือวัตถุดิบทางอ้อม ในโรงงานหรือภาคส่วนอื่นๆ</p>
<p>5. ภูมิทัศน์สีเขียว มุ่งเน้นให้มีพื้นที่สีเขียวภายในโรงงานและมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง</p>	<p>11. ความปลอดภัยและสุขภาพของพนักงาน มุ่งเน้นการดำเนินกิจกรรมหรือมาตรการที่ลดการเกิดอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัย</p>



6. การจัดการสารเคมีและวัตถุอันตราย มุ่งเน้นให้มีระบบการจัดการสารเคมีและวัตถุอันตรายของโรงงาน เพื่อป้องกันการรั่วไหลหรืออุบัติเหตุ รวมถึงการใช้สารทดแทนหรือสารที่อันตรายน้อยกว่าแทน

12. ความหลากหลายทางชีวภาพ มุ่งเน้นการประเมินและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อความหลากหลายทางชีวภาพ




Outcome/Impact Evaluation เป็นการประเมินการดำเนินงาน/โครงการที่ทำกับชุมชนหรือสังคมต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยหัวข้อหลัก 2 ด้าน

13. การกระจายรายได้ให้กับชุมชน เน้นการส่งเสริมกิจกรรมหรือกลุ่มอาชีพให้กับชุมชนตามความต้องการของชุมชนเกิดขึ้น และสนับสนุนให้เกิดความยั่งยืน ทางด้านการตลาด หรือ การพัฒนาหลักสูตรส่งเสริมอาชีพ หรือทักษะแรงงาน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของโรงงาน

14. การอยู่ร่วมกับชุมชนโดยรอบ เน้นให้มีการจัดตั้งเครือข่ายและเปิดโอกาสให้เครือข่าย มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ และดำเนินกิจกรรมร่วมกันอย่างต่อเนื่อง ในการตรวจสอบเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสารเคมีของโรงงาน

นอกจากการประเมินตามหัวข้อหลักทั้ง 14 ด้านแล้ว โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องเลือก 3 ประเด็นใน 14 ประเด็นมาแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งขอบเขตของการประเมินตามหลักเกณฑ์ Eco Factory เป็นการประยุกต์เครื่องมือต่างๆ และมาตรฐานต่างๆ เช่น ISO 14001 ISO 26000 ISO 50001 OHSAS/ 18001 เอาไว้ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน บนพื้นฐานของความรับผิดชอบต่อสังคม



การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและการจัดการน้ำเสียตามเกณฑ์คุณลักษณะ (Eco Factory criteria) 


เกณฑ์คุณลักษณะ	ปริมาณน้ำใช้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ลดลง หรือ ปริมาณน้ำทิ้งต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ลดลง
นิยามและขอบเขตการพิจารณา	<ul style="list-style-type: none"> ● น้ำใช้ หมายถึง น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต ● น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น ● น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมหรือนิคมอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสีย จากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรมหรือนิคมอุตสาหกรรมด้วย
แนวทางดำเนินงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● มีการจัดทำบัญชีรายการและปริมาณการใช้น้ำและปริมาณน้ำเสีย รวมทั้งสมดุลน้ำ (Water balance) ระบุกิจกรรมที่ใช้น้ำกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิตและกิจกรรมสนับสนุนอื่นๆ ขององค์กร ● มีการกำหนดวัตถุประสงค์ ระบุเป้าหมาย จัดทำแผนการดำเนินงาน และดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำและน้ำเสีย โดยมีผลการดำเนินงานบรรลุตามค่าเป้าหมายที่องค์กรกำหนด ● มีการดำเนินการจัดการน้ำและน้ำเสีย อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> ○ มีการประเมินค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use intensity) และค่าประสิทธิภาพการเกิดน้ำเสีย (Wastewater intensity) โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ/การเกิดน้ำเสีย เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 3 ปี ○ มีการนำน้ำหรือน้ำทิ้งไปใช้ภายนอกองค์กรหรือนำน้ำทิ้งจากภายนอกมาใช้ประโยชน์ภายในโรงงาน (Symbiosis) ○ ไม่ปล่อยน้ำทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก (Zero wastewater discharge) ทั้งนี้ ไม่ประยุกต์ใช้กับองค์กรที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง





แนวทางดำเนินงาน


- ไม่ปล่อยน้ำทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก (Zero wastewater discharge) ทั้งนี้ ไม่ประยุกต์ใช้กับองค์กรที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- มีการประเมินค่าเปรียบเทียบเชิงสมรรถนะ (Performance Benchmarking) การจัดการน้ำ โดยมีค่าเปรียบเทียบเชิงสมรรถนะสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มอุตสาหกรรม
- ได้รับรางวัลด้านการจัดการน้ำและน้ำเสียระดับองค์กรที่เป็นที่ยอมรับระดับชาติ ระดับภูมิภาค หรือ ระดับสากล ย้อนหลังไม่เกิน 3 ปี นับจากวันตรวจประเมิน
- มีการประเมินฟุตพริ้นท์น้ำ (Water footprint) และนำไปบริหารจัดการเพื่อลดค่าฟุตพริ้นท์น้ำ

3.3 ปัจจัยความสำเร็จในการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม

 **ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร :** ผู้บริหารต้องให้การสนับสนุนในการดำเนินงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในสถานประกอบการ โดยการกำหนดเป็นนโยบายของโรงงานและมีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน

 **การทำความเข้าใจให้พนักงานเข้าใจและมีส่วนร่วม :** โรงงานต้องทำความเข้าใจให้พนักงานที่เกี่ยวข้องทั่วทั้งโรงงาน มีการฝึกอบรมให้พนักงานทุกระดับมีองค์ความรู้ที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน รวมถึงการสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสมเพื่อให้ทุกคนเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน

 **ทีมงานที่มีประสิทธิภาพ :** โรงงานต้องจัดตั้งทีมงาน โดยให้ตัวแทนผู้ที่เกี่ยวข้องในส่วนส่วนเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของทีม หรืออาจมีการตั้งทีมกลุ่มย่อยในแต่ละส่วนการผลิตในลักษณะ small group activity เพื่อให้พนักงานทุกคนเข้ามามีส่วนร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมปฏิบัติ

 **มีระบบฐานข้อมูล :** ข้อมูลถือเป็นส่วนสำคัญพื้นฐานสำหรับการประเมิน โรงงานต้องจัดบันทึกข้อมูลและจัดทำบัญชีรายการและปริมาณการใช้น้ำและปริมาณน้ำเสีย รวมทั้ง สมดุลน้ำ (Water balance) ระบุกิจกรรมที่ใช้น้ำกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิตและกิจกรรมสนับสนุนอื่นๆ เพื่อใช้ในการติดตามประเมินผล

 **ดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง :** โรงงานต้องมีการติดตามประเมินผล ปรับปรุงแผนและดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง



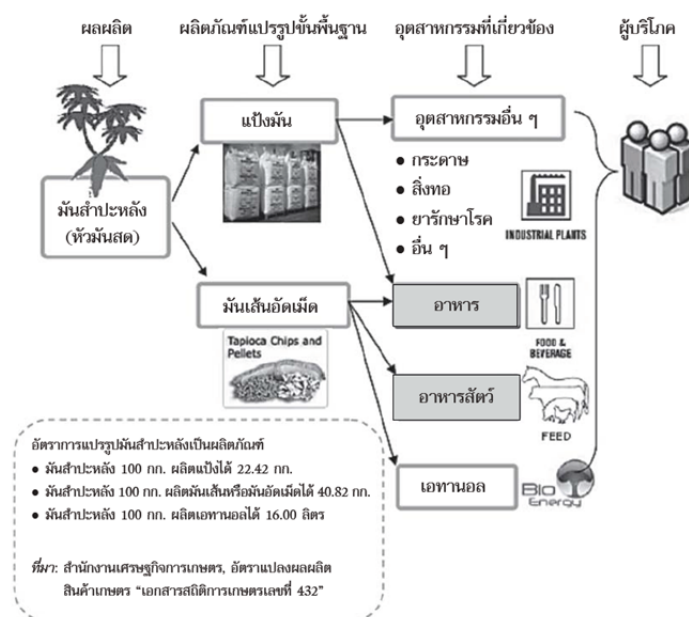
ส่วนที่ 4

กรณีตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพ การบริหารจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม

ในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอตัวอย่างแนวทางปฏิบัติที่ดีในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำในอุตสาหกรรมผลิตแบริ่งมันสำปะหลังและอุตสาหกรรมน้ำตาล โดยจะพิจารณาครอบคลุมทั้งโซ่อุปทาน (Supply Chain) ดังนี้

4.1 กรณีตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ กลุ่มอุตสาหกรรมแบริ่งมันสำปะหลัง

“อุตสาหกรรมแบริ่งมันสำปะหลัง” ประกอบด้วย ภาคส่วนกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง กลุ่มผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปมันสำปะหลังขั้นพื้นฐาน และกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมี “น้ำ” เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญ



รูปที่ 4.1 อุตสาหกรรมแบริ่งมันสำปะหลังและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง



1. กลุ่มเกษตรกร “ผู้ปลูกมันสำปะหลัง”

มันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบหลักที่ป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งคุณภาพหัวมันที่คืนนอกจากจะส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของแป้งมันสำปะหลังแล้ว ยังช่วยลดต้นทุนจากการสูญเสียวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพด้วย

ปัจจุบันหลายโรงงานหันมาให้ความสำคัญและช่วยเหลือกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในหลายรูปแบบ เช่น การจัดทำแปลงเรียนรู้ การให้องค์ความรู้ การสนับสนุนเครื่องมือรวมถึงปัจจัยการผลิตต่างๆ ในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ รวมถึงการสนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกรแบบแปลงใหญ่ (มันสำปะหลัง) ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของเกษตรกรแล้ว ในมุมมองของโรงงานอุตสาหกรรมยังเป็นการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบก่อนป้อนเข้าสู่โรงงาน

เงื่อนไขการรับซื้อ		
มันสะอาด ไม่มีสิ่งปน	หัวมันบดลดเกรด	หัวมันไม่เข้า
		
<p>ราคาป้าย + ค่าเบรก + ส่วนเพิ่ม</p> <p>กรณี %แป้ง < 28% ส่วนเพิ่ม 0.05 บาท/กิโลกรัม</p> <p>กรณี %แป้ง ≥ 28% ส่วนเพิ่ม 0.07 บาท/กิโลกรัม</p>		
<p>รายได้ส่วนเพิ่มของสมาชิกมันแปลงใหญ่</p>		

ตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูกมันสำปะหลัง

การเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูกมันสำปะหลังโดยการจัดการระบบน้ำหยด

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ทนต่อความแห้งแล้งได้ดีและสามารถปลูกได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แต่เป็นพืชที่ต้องการน้ำมาก (1,000 มิลลิเมตร/ปี) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง คือ ต้องมีการจัดการดิน น้ำ และธาตุอาหารที่เหมาะสม



การให้น้ำแบบน้ำหยด (Drip or Trickle Irrigation) เป็นการให้น้ำแก่ต้นไม้สำปะหลังที่จุดใดจุดหนึ่งบนผิวดินในเขตบริเวณราก โดยผ่านท่อให้น้ำหยด

อุปกรณ์หลักๆ

- เครื่องสูบน้ำ เพื่อสูบน้ำจากแหล่งน้ำส่งเข้าสู่ระบบน้ำหยด โดยต้องมีแรงดันอย่างน้อย 0.6 บาร์
- ระบบส่งน้ำ ประกอบด้วย ท่อประธาน ท่อน้ำหยด หัวน้ำหยด ซึ่งเป็นหัวปล่อยน้ำอยู่ติดกับท่อน้ำหยดซึ่งเป็นตัวควบคุมปริมาณการไหลของน้ำจากท่อน้ำหยดสู่ดิน
- เครื่องกรอง จะทำหน้าที่กรองเอาเศษวัชพืช ใบไม้ ทราย ออกจากน้ำ ถ้าปล่อยให้สิ่งเหล่านี้ผ่านไปจะทำให้หัวน้ำหยดเกิดการอุดตัน เป็นสาเหตุให้ต้นพืชขาดน้ำแล้วจะเกิดการเจริญเติบโต
- เครื่องควบคุมการจ่ายน้ำต้นทาง ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายน้ำทั้งระบบจากแหล่งน้ำไปสู่ระบบของการให้น้ำแบบน้ำหยด



ข้อดีของระบบการให้น้ำแบบระบบน้ำหยด

- ประสิทธิภาพในการให้น้ำสูง สูญเสียน้ำน้อย
- สามารถให้ปุ๋ยและธาตุอาหารอื่นๆ โดยละลายไปกับน้ำพร้อมๆ กัน
- สามารถใช้ได้กับพืชเกือบทุกชนิด ดินเกือบทุกประเภท
- ประหยัดต้นทุนในการบริหารจัดการในระยะยาว และสามารถควบคุมปริมาณและระยะเวลาการปิด-เปิดน้ำได้
- เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีน้ำอย่างจำกัด (โดยเกษตรกรมักขุดสระเก็บน้ำไว้เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในเวลาที่ขาดน้ำ แต่ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ได้มักมีอยู่อย่างจำกัด)

ข้อจำกัด

- ค่าลงทุนตอนติดตั้งอุปกรณ์สูงกว่าวิธีการให้น้ำอื่นๆ

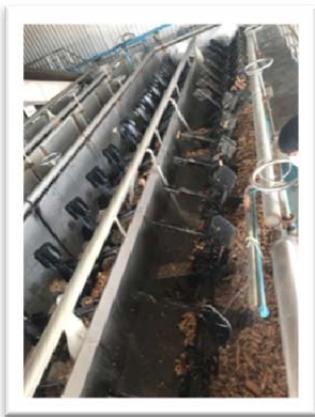


2. อุตสาหกรรมผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง

อุตสาหกรรมผลิตแบริ่งมันสำปะหลังจะมีการใช้น้ำมากในกระบวนการผลิต ซึ่งโรงงานส่วนใหญ่จะใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (น้ำผิวดิน น้ำบาดาล) โดยการขุดบ่อน้ำขนาดใหญ่เพื่อเก็บกักน้ำดิบไว้ก่อนนำไปปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยสารส้มและโพลีเมอร์ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิต

การผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง คือ การนำหัวมันสำปะหลังสดมาผ่านการสกัดแบริ่งออกจากเซลล์ของหัวมันสำปะหลังโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัดและมีการใช้น้ำในปริมาณมาก เพราะโปรตีน เกลือแร่ สิ่งแปลกปลอมอื่นๆ สามารถละลายน้ำได้ดี และใช้เครื่องเหวี่ยง (Centrifuge และ Decanter) แยกโปรตีนและสิ่งแปลกปลอมซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลแตกต่างออกจากแบริ่ง โดยมีขั้นตอนหลักๆ¹ ประกอบด้วย

- การแยกน้ำออกจากแบริ่ง การกำจัดเศษดินทรายและร่อนเปลือกหัวมันสำปะหลัง โดยเริ่มต้นที่ตะแกรงร่อนดินและทราย (Sand Removal Drum) เพื่อกำจัดดินทรายที่ติดมากับหัวมันและทำให้เปลือกนอกของหัวมันหลุดออก

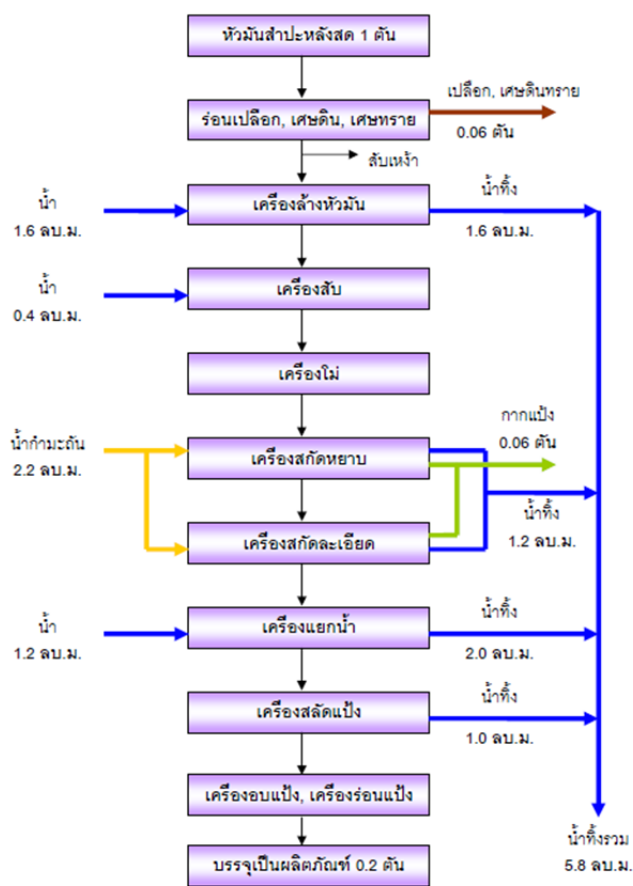


ส่งไปยังระบบบำบัด

- การล้างหัวมันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลังที่ผ่านเครื่องร่อนทรายจะถูกส่งไปยังเครื่องล้างหัวมัน (Root Washer) ซึ่งระหว่างการล้างน้ำเสียนี้จะมีคนงานคอยเลือกสับเอาหัวมันสำปะหลังที่มีขนาดใหญ่ออก เพื่อลดภาระของเครื่องสับหัวมัน ส่วนการล้างหัวมันโดยวิธีฉีดน้ำพ่นเป็นฝอยเพื่อทำความสะอาด ซึ่งน้ำส่วนใหญ่จะมาจากน้ำเสียจากเครื่องแยกแบริ่งชุดแรก ซึ่งมีปริมาณแบริ่งน้อยและสิ่งเจือปนมาก มาผสมกับน้ำดิบ (น้ำบาดาล / น้ำประปา) น้ำล้างหัวมันสำปะหลังจะถูกส่งไปยังตะแกรงร่อนเปลือกมัน เพื่อแยกเปลือกมันส่งขายให้เกษตรกรไปทำปุ๋ยหรือเพาะเห็ด ส่วนน้ำเสียจะถูก

¹ กรมโรงงานอุตสาหกรรม, คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง, 2551








● **การลับและโม่หัวมันสำปะหลัง** หัวมันสำปะหลังที่สะอาดจะถูกส่งไปยังเครื่องสับหัวมันให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว แล้วขึ้นมันนี้จะตกเข้าสู่เครื่องมือหัวมัน (Root Raspier) ซึ่งอยู่ด้านล่างทำให้ได้มันสำปะหลังชิ้นละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดแป้ง ขั้นตอนการผลิตนี้จะมีการเติมน้ำเพื่อให้สามารถโม่ได้ง่ายขึ้น และได้ของเหลวชั้นที่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำ กากมัน และสิ่งเจือปนต่างๆ โดยในขั้นตอนนี้กรดไฮโดรไซยานิกจะละลายอยู่ในน้ำแบริ่งมันสำปะหลัง ดังนั้นอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการนี้ จึงทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมคุณภาพสูง เพื่อป้องกันการเกิดสารประกอบเฟอร์โรไซยาไนด์ (Ferrocyanides) ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำเงิน (สีของผงเหล็ก) ในแบริ่งมันสำปะหลัง

● **การสกัดแป้ง** หลังจากได้มันบดละเอียด กากมันจะถูกเติมน้ำและถูกนำเข้าสู่เครื่องสกัด

แป้ง(Extractor) เพื่อแยกเซลลูโลสและกากของสารอินทรีย์ต่างๆ ออกจากแป้ง การทำงานของเครื่องสกัดแป้ง จะเป็นเครื่องแยกแบบหมุนเหวี่ยง ใช้หลักของแรงหนีศูนย์กลาง ในขณะที่เครื่องหมุนจะมีมันสำปะหลังละเอียดและน้ำส่งเข้ามาอย่างสม่ำเสมอ น้ำที่ใช้ในการสกัดแป้งนี้จะกลายเป็นน้ำเสียจากการแยกแป้งในขั้นตอนต่อไป รวมถึงจะมีการเติมกรดกำมะถันเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ที่จะทำให้โมเลกุลของแป้งเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกในขั้นตอนนี้ด้วย

กากมันสำปะที่ได้จากการสกัดแป้งจะมีน้ำอยู่ในปริมาณมากถึง 90-95% และมีปริมาณแป้งน้อยมาก กากมันสำปะหลังจะถูกแยกออกจากน้ำแป้งเพื่อนำเข้าสู่เครื่องอัดกากและนำไปตากแดดเพื่อนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ต่อไป



-  **อากาศเสียที่มีแบริ่งปนเปื้อน** ที่เกิดจากไซโคลนร้อนและไซโคลนเย็นนี้จะถูกบำบัดและนำแบริ่งกลับมาสู่กระบวนการผลิตใหม่ด้วย Bag Filters หรือ Scrubbers
-  **กรดกำมะถัน** จะถูกนำไปใช้ในการป้องกันจุลินทรีย์ที่จะเปลี่ยนโมเลกุลแบริ่งเป็นกรดแลคติก และป้องกันการเปลี่ยนสีของแบริ่งจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไซยานิก และออกซิเจน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ฟอกแบริ่งให้มีสีขาวด้วย
-  **น้ำที่ใช้ในการผลิต** จะผ่านการปรับปรุงคุณภาพก่อนเข้าสู่ขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การล้างหัวมัน การสับและม่หัวมันสำปะหลัง และการแยกน้ำออกจากแบริ่ง นอกจากนี้ น้ำส่วนหนึ่งจะนำไปใช้ในการผลิตสารละลายซิลเฟออร์เพื่อใช้ในขั้นตอนการสกัดแบริ่ง ทั้งนี้ น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วจากเครื่องอัดกากและขั้นตอนการทำแบริ่งให้บริสุทธิ์ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ และป้อนเข้าสู่ขั้นตอนต่างๆ ได้ ส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตในที่สุดจะถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไปก่อนระบายทิ้ง



ตัวอย่างแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำในอุตสาหกรรมแบริ่งน้ำมันสำปะหลัง

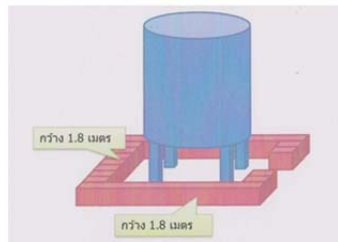
การลดการสูญเสียน้ำที่ไม่จำเป็น (Reduce) 

การจำกัดพื้นที่เฉพาะหรือทำบันกั้นในการล้างทำความสะอาดพื้น

ก่อนปรับปรุง



มาตรการปรับปรุง



ทำบันกั้นป้องกันไม่ให้น้ำแบริ่งและหางน้ำแบริ่งไหลล้น
ไปยังส่วนการผลิตอื่น

โรงงาน A มีปัญหาน้ำแบริ่งและหางแบริ่งล้นออกจากถังไหลลงพื้นและไหลไปยังส่วนการผลิตที่ใกล้เคียงเป็นบริเวณกว้าง ทางโรงงานต้องทำความสะอาดพื้นที่บริเวณที่น้ำแบริ่งและหางน้ำแบริ่งล้นโดยใช้น้ำประปาล้างพื้นปริมาณมากให้ครอบคลุมบริเวณที่น้ำแบริ่งและหางน้ำแบริ่งที่ไหลล้นไป


เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำแบริ่งและหางน้ำแบริ่งไหลล้นไปยังส่วนการผลิตอื่น จึงจำเป็นต้องจำกัดบริเวณของน้ำล้นดังกล่าว โดยการสร้างบันกั้นรองรับน้ำแบริ่งบริเวณถังน้ำแบริ่งและถังหางน้ำแบริ่ง ซึ่งจะช่วยลดพื้นที่การล้างทำความสะอาดเท่ากับ 9.52 ตารางเมตร ซึ่งการล้างพื้นจะล้างวันละ 2 ครั้ง โดยใช้น้ำ 2 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร คิดเป็น 38 ลูกบาศก์เมตร/วัน หรือ 11,400 ลูกบาศก์เมตร/ปี

ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้:

ปริมาณน้ำที่สามารถลดได้	11,400	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ต้นทุนของน้ำ	5	บาทต่อลูกบาศก์เมตร
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้	57,000	บาทต่อปี
ต้นทุนในการปรับปรุง	3,370	บาท

ระยะเวลาคืนทุน ประมาณ 1 เดือน



การใช้ซ้ำ (Reuse) 

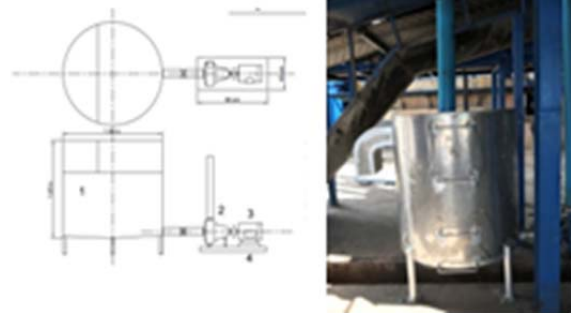
ปรับเปลี่ยนวิธีการล้างเป็นการล้างแบบสวนทาง (Counter Flow) ในขั้นตอนการล้างหัวมันสำปะหลัง

ก่อนปรับปรุง



ลักษณะของน้ำที่เข้าบ่อล้าง

มาตรการปรับปรุง



ลักษณะของระบบล้างรับน้ำ

โดยให้น้ำล้างที่ปล่อยออกจากบ่อสุดท้ายไหลลงสู่ถังพักน้ำ และปั๊มกลับเข้าสู่บ่อก่อนสุดท้าย

น้ำล้างหัวมันสำปะหลังส่วนใหญ่จะมาจากน้ำเสียจากเครื่องแยกแ่งชุดแรกพร้อมกับน้ำเขียวเพื่อล้างเศษดิน ทราบ และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ติดมากับหัวมันสำปะหลัง

โรงงาน B มีการใช้น้ำในกระบวนการล้างหัวมันสำปะหลัง ประมาณ 400 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีบ่อล้างหัวมันสำปะหลังจำนวน 6 บ่อ น้ำล้างหัวมันสำปะหลัง 4 บ่อแรก (บ่อ 1 - บ่อ 4) จะเป็นน้ำหมุนวนซึ่งจะมีถังพักน้ำอยู่ ซึ่งมีความสกปรกมาก ส่วนน้ำล้างในบ่อที่ 5 จะเป็นน้ำเขียว และน้ำล้างในบ่อสุดท้าย (บ่อ 6) จะใช้น้ำประปราร่วมกับน้ำเขียวในการล้างมันสำปะหลังก่อนส่งไปยังกระบวนการสับ บด

จากรูปจะเห็นว่าน้ำที่ปล่อยออกจากบ่อล้างสุดท้ายมีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำเขียวที่ป้อนเข้าสู่บ่อก่อนบ่อสุดท้าย (บ่อที่ 2) ดังนั้นการออกแบบระบบการล้างใหม่ โดยให้น้ำล้างที่ปล่อยออกจากบ่อสุดท้ายไหลลงสู่ถังพักน้ำ ซึ่งออกแบบให้ถังแบ่งเป็นสามส่วนเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนที่หนักกว่าน้ำและที่ลอยน้ำออกก่อนที่จะปั๊มกลับเข้าสู่บ่อก่อนสุดท้าย (บ่อที่ 5) จะช่วยทดแทนน้ำเขียวในบ่อก่อนบ่อสุดท้าย ได้ประมาณ 7.15 % ของการใช้น้ำทั้งหมด

ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้:

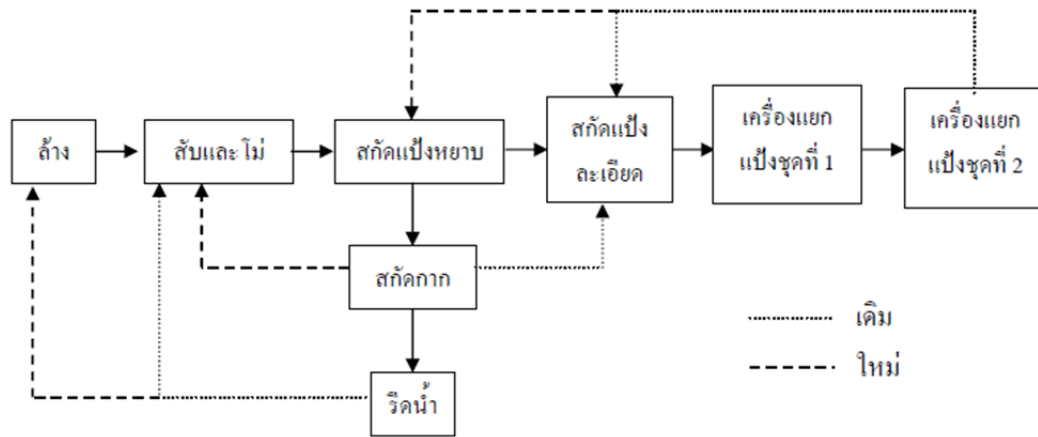
ปริมาณน้ำเขียวที่สามารถลดได้	75,202.56	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ต้นทุนของน้ำเขียว	2.5	บาทต่อลูกบาศก์เมตร
ค่าไฟฟ้าสำหรับเดินปั๊ม	80,900	บาทต่อปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้	107,106.4	บาทต่อปี
ต้นทุนในการปรับปรุง	100,088	บาท

ระยะเวลาคืนทุน ประมาณ 1 ปี



การหมุนเวียนนำน้ำจากระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่

มาตรการปรับปรุง



การหมุนเวียนนำน้ำจากระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่

โรงงาน C มีกำลังการผลิต 45,000 ตัน(แป้ง)ต่อปี ในกระบวนการผลิตมีการใช้เครื่องสกัดแป้งและเครื่องแยกแป้ง โดยมีการป้อนน้ำดิบเข้าทุกจุดที่มีการใช้น้ำ น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วจากเครื่องสกัดแป้ง เครื่องแยกแป้ง เครื่องอัดกากและขั้นตอนการทำแป้งให้บริสุทธิ์ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ และป้อนเข้าสู่ขั้นตอนต่างๆ ได้

จากรูปสามารถนำน้ำเสียจากเครื่องแยกแป้งชุดที่ 2 กลับไปใช้ใหม่ที่เครื่องสกัดแป้งหยาบแทนเครื่องสกัดแป้งละเอียด และนำน้ำเสียจากเครื่องรีดน้ำมาใช้ที่บ่อล้างหัวมัน ส่วนน้ำเสียจากเครื่องสกัดกากสามารถนำไปใช้ที่เครื่องสับและโม้ได้ โดยดำเนินการร่วมกับการปรับลดปริมาณน้ำใช้ในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม จะสามารถช่วยลดปริมาณน้ำที่ต้องป้อนเข้าเครื่องสกัดแป้งหยาบและบ่อล้างหัวมันได้ประมาณ 5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้ง

ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้:

ปริมาณน้ำที่สามารถลดได้	5	ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้ง
ต้นทุนการผลิตน้ำประปา	2.5	บาทต่อลูกบาศก์เมตร
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้	12.5	บาทต่อปีตันแป้ง
(โรงงานผลิตแป้ง 45,000 ตัน(แป้ง)ต่อปี จะประหยัดได้	562,500	บาทต่อปี

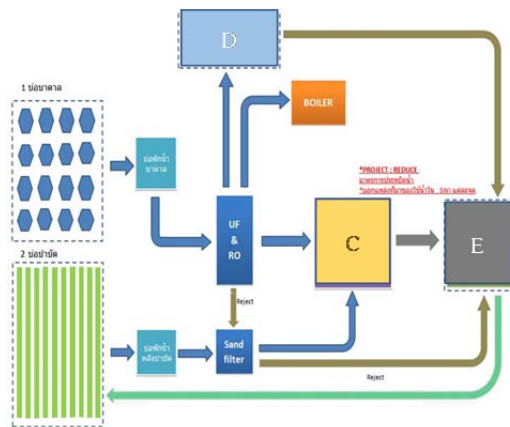
ระยะเวลาคืนทุน ทันทีที่ปรับปรุง



การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) 

การนำน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต

มาตรการปรับปรุง



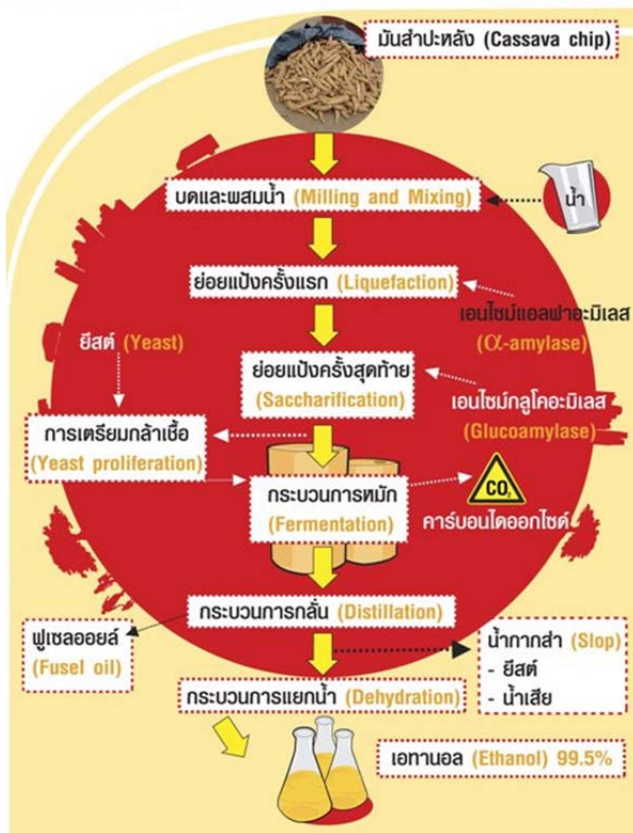
โรงงาน D มีกำลังการผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง 4,500 ตัน(แป้ง)ต่อปี มีการใช้น้ำในกระบวนการผลิต 5,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด 14,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โรงงานมีหมუნเวียนน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต โดยนำมาใช้ในการล้างทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง และการทำความสะอาด ล้างพื้น รถน้ำต้นไม้ ซึ่งสามารถลดการใช้น้ำดิบได้ได้มากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดและไม่มีการปล่อยน้ำเสียออกสู่ภายนอก

นอกจากนี้ เนื่องจากน้ำเสียของโรงงานแบริ่งมันสำปะหลังยังคงมีแบริ่งและสารอินทรีย์อื่นที่สามารถนำไปหมักและผลิตก๊าซมีเทนเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเตาในเตาต้มน้ำและนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้



3. อุตสาหกรรมต่อเนื่องการผลิตแป้งมันสำปะหลัง : การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

การผลิตเอทานอล ประกอบด้วย กระบวนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล กระบวนการหมักและการแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลและการทำให้บริสุทธิ์ ซึ่งในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบนั้นถ้าเป็นประเภทแป้งหรือเซลลูโลส เช่น มันสำปะหลัง จะต้องนำไปผ่านกระบวนการย่อยแป้งหรือเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลก่อน ด้วยการใช้กรดหรือเอนไซม์ แล้วนำไปหมักในกระบวนการหมักซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์

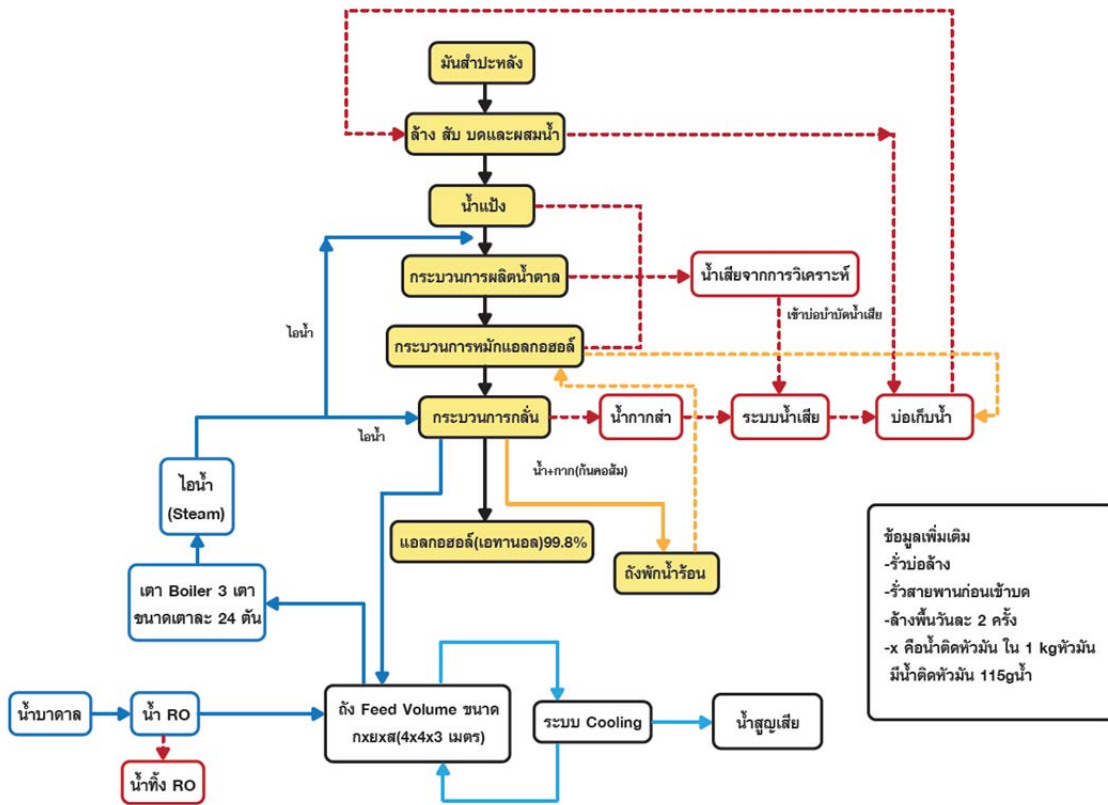


ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก คือ เอซิลแอลกอฮอล์ หรือเอทานอลที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8 - 12 โดยปริมาตรน้ำหมักที่ได้จากกระบวนการหมักจะนำมาแยกเอทานอลออกโดยใช้กระบวนการกลั่นลำดับส่วน ซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ประมาณร้อยละ 95 โดยปริมาตร จากนั้นจึงเข้าสู่กรรมวิธีในการแยกน้ำโดยใช้โมเลกุลาร์ซีฟ (molecular sieve separation) เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 95 จะผ่านเข้าไปในหอดูดซับที่บรรจุตัวดูดซับประเภทซีโอไลต์โมเลกุลของเอทานอลจะไหลผ่านช่องว่างของซีโอไลต์ออกไปได้ แต่โมเลกุลของน้ำจะถูกดูดซับไว้ทำให้เอทานอลที่ไหลออกไปมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ส่วนซีโอไลต์ที่ดูดซับน้ำไว้จะถูกรีเจนเนอเรตโดยการไล่ น้ำ ออก เอทานอลความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 สามารถนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อใช้ในรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินได้


โดยสัดส่วนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง จากหัวมันสด 1 ตัน จะสามารถผลิตเอทานอลได้ 140 ลิตร มันเส้น 1 ตัน จะสามารถผลิตเอทานอลได้ 333 ลิตร และแป้งมัน 1 ตัน จากสามารถผลิตเอทานอลได้ 500 ลิตร



ลักษณะและผังการใช้ น้ำ



ตัวอย่างแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำในอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล

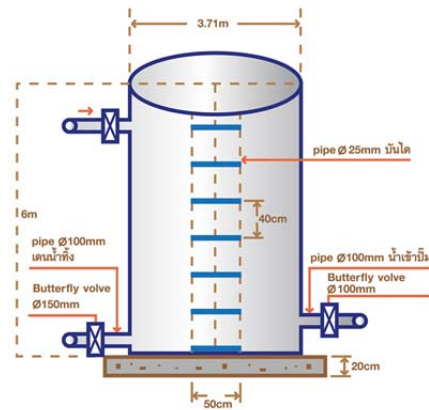
การใช้น้ำซ้ำ (Reuse) 

การนำน้ำทิ้ง RO กลับมาใช้ในการผลิตน้ำหล่อเย็น

ก่อนปรับปรุง



มาตรการปรับปรุง



การนำน้ำบาดาลมาผลิตน้ำ RO จะมีน้ำทิ้ง RO มากถึง 60% คิดเป็นปริมาณวันละ 300 ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากน้ำทิ้ง RO มีความเข้มข้นสูง จึงไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตได้เพราะจะทำให้ท่อฝกร้อน น้ำส่วนนี้จึงถูกเปล่าทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์

เมื่อตรวจคุณภาพน้ำทิ้ง RO พบว่ามีค่า Conductivity อยู่ในช่วง 1,600 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ที่สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนอื่นที่ต้องการน้ำที่มีคุณภาพไม่สูงมาก เช่น น้ำหล่อเย็น (ซึ่ง Cooling tower สามารถรองรับค่า Conductivity ได้ถึง 8,000 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร) ปัจจุบันน้ำที่ใช้ใน Cooling tower เป็นน้ำผสมระหว่างน้ำ RO และน้ำบาดาล ในอัตราส่วน 8:2 การนำน้ำทิ้ง RO มาแทนน้ำ RO และน้ำบาดาล จะช่วยลดการใช้ น้ำบาดาลโดยตรงและน้ำบาดาลในส่วนที่ใช้ในการผลิตน้ำ RO ได้

ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้:

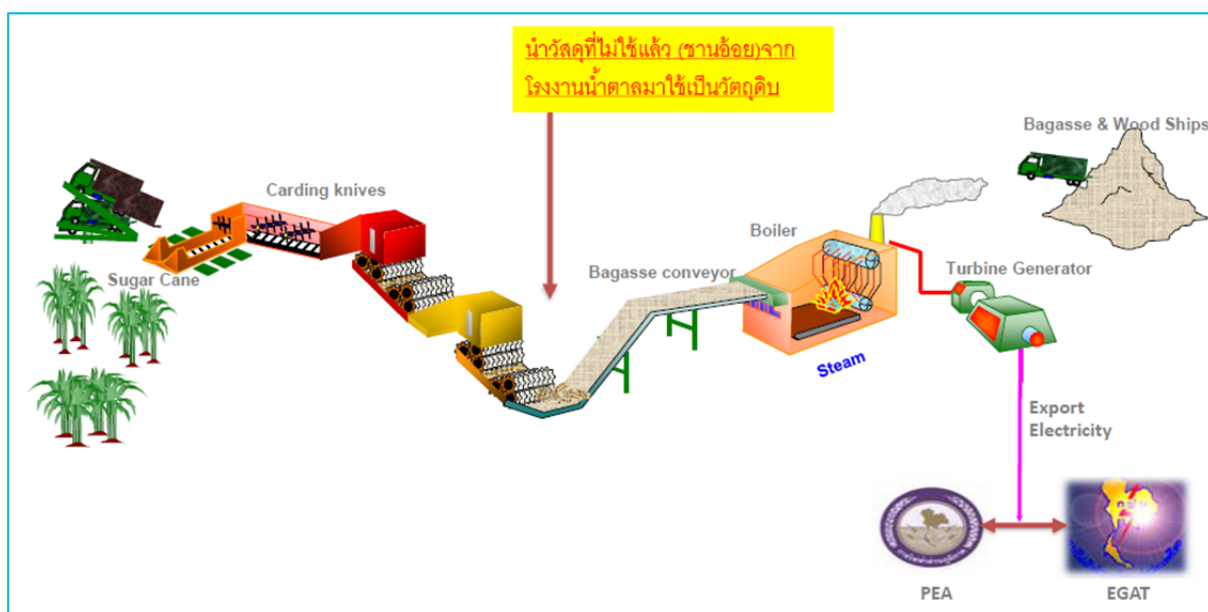
ปริมาณน้ำ RO ที่สามารถลดได้	21,000	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ต้นทุนของน้ำ RO	13	บาทต่อลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำบาดาล ที่สามารถลดได้	5,250	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ต้นทุนของน้ำบาดาล	3.3	บาทต่อลูกบาศก์เมตร
ค่าไฟฟ้าของปั๊มที่ถังเก็บน้ำทิ้ง RO	25,591.44	บาทต่อปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้	264,733.56	บาทต่อปี
ต้นทุนในการปรับปรุง	116,666.77	บาท

ระยะเวลาคืนทุน ประมาณ 6 เดือน



4.2 กรณีตัวอย่างการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำตาล

“อุตสาหกรรมน้ำตาลทราย” ประกอบด้วย ภาคส่วนเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย และกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล และอุตสาหกรรมน้ำตาลมีส่วนเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมขนม อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม รวมทั้งผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล ได้แก่ กากน้ำตาล นำไปผลิตเอทานอล เหล้า ผงชูรส บัญ ฯลฯ และการใช้กากอ้อยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำเยื่อกระดาษ และแผ่นซีเมนต์อัดชนิดอัตราบ เป็นต้น



1. กลุ่มเกษตรกร “ผู้ปลูกอ้อย”

อ้อยสด เป็นวัตถุดิบหลักที่ป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล ปัจจุบันหลายโรงงานหันมาให้ความสำคัญและช่วยเหลือกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เพื่อควบคุมคุณภาพอ้อยสดก่อนป้อนเข้าสู่โรงงานผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น การให้ความรู้ชาวไร่อ้อยเกี่ยวกับการปลูกอ้อย การสนับสนุนกากหม้อกรอง/ซีเถ้า เพื่อนำไปเป็นสารปรับปรุงดิน การให้ความรู้และสนับสนุนอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกในการขอใช้น้ำบาดาลตามกฎหมาย โดยปกติชาวไร่อ้อยจะปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ซึ่งในการทำไร่อ้อยในพื้นที่ 1 ไร่ มาตรฐานแล้วจะได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 10 ตันแต่เมื่อมีการวางระบบน้ำหยดผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเป็น 20 กว่าตัน/ไร่





ตัวอย่างโครงการต่างๆในการการเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกอ้อย

- รมรงค์ให้เปลี่ยนพื้นที่นาดอนมาปลูกอ้อย หรือพื้นที่นาที่สามารถปลูกอ้อยแล้วไว้ต่อได้นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายรัฐ
- รมรงค์ให้ชาวไร่ปลูกอ้อยในช่วงปลายฝน เพราะเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากดินจะมีความชื้นสูง ลดต้นทุนในด้านของการไถ การเตรียมดินด้วย
- การรื้ออ้อยต่อที่ให้ผลผลิตต่ำ เพื่อตรวจสอบลักษณะดิน พัฒนาการวางระบบน้ำ และคัดเลือกพันธุ์อ้อยให้เหมาะสมกับแปลงนั้นๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นกว่าที่ผ่านมา

2. อุตสาหกรรมน้ำตาล

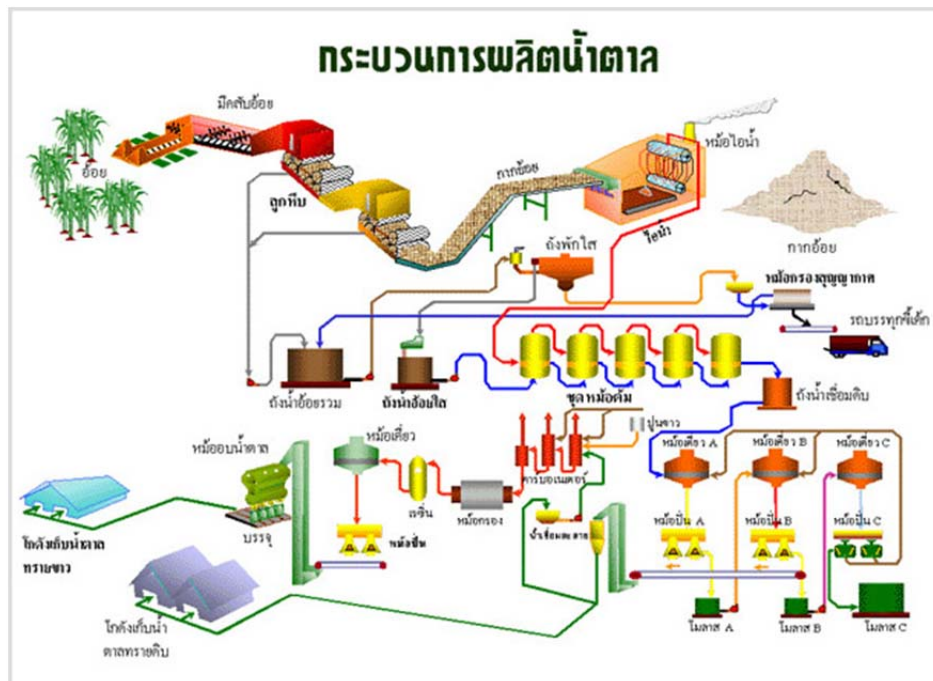
โรงงานน้ำตาลแบ่งฤดูการทำงานตามฤดูของการปลูกอ้อย แบ่งช่วงการทำงานเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูเปิดหีบอ้อย ฤดูละลายและฤดูซ่อมบำรุง

- ฤดูเปิดหีบอ้อย มีระยะเวลายาวนานประมาณ 4-5 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคมของทุกปี เป็นช่วงเวลาแปรสภาพอ้อยให้เป็นน้ำตาล
- ฤดูละลาย ฤดูนี้มีระยะเวลายาวนานประมาณ 3-4 เดือน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคมของทุกปี เป็นช่วงที่มีกิจกรรมหลักคือ นำน้ำตาลทรายดิบที่ผลิตได้ในฤดูหีบนำมาละลายแล้วดำเนินการผลิตน้ำตาลทราย ไม่มีการหีบอ้อยในฤดูนี้



- สำหรับในช่วงเดือนที่เหลือก่อนการเปิดหีบครั้งต่อไป โรงงานน้ำตาลต้องมีการเตรียมความพร้อมเพื่อการผลิตในฤดูเก็บเกี่ยวถัดไป หรือฤดูที่ 3 ฤดูซ่อมบำรุง โรงงานจะดำเนินการซ่อมแซมเครื่องจักรทั้งหมดเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการผลิต ตลอดทั้งปีโดยไม่มีการหีบอ้อยเช่นเดียวกันกับฤดูละลาย

โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายส่วนใหญ่จำแนกออกได้เป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ



การรับอ้อยและหีบอ้อย

- การรับอ้อย-เตรียมอ้อย

อ้อยที่เก็บเกี่ยวจากไร่จะถูกขนถ่ายมาถึงโรงงานจะผ่านการซังน้ำหนัก จากนั้น อ้อยจะถูกเทลงบนสะพานอ้อยบริเวณแท่นเทและลงสู่สายพานลำเลียง อ้อยจากสายพานลำเลียงจะไหลเข้าสู่เครื่องตีอ้อย (leveller) เครื่องสับอ้อย เครื่องย่อยอ้อย(shredder) เพื่อทุบและฉีกย่อยท่อนอ้อยให้เป็นฝอยละเอียด ซึ่งจะช่วยให้สามารถสกัดน้ำอ้อยออกจากอ้อยได้มากที่สุด



- การหีบอ้อย

อ้อยที่ผ่านการเตรียมจนเป็นเส้นฝอยละเอียด จะถูกลำเลียงเข้าไปในชุดลูกหีบที่ทำหน้าที่สกัดน้ำอ้อยออก โดยมีการฉีดพรมน้ำร้อนลงบนท่อนกากอ้อยเพื่อเจือจางน้ำอ้อยเข้มข้นที่ติดค้างอยู่ภายในกากอ้อยที่ออกจากลูกหีบ ลูกหน้าของลูกหีบชุดสุดท้าย และส่งน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดสุดท้ายย้อนข้ามชุดที่ขวางหน้าไปพรมกากอ้อยที่ออกจากลูกหีบลูกหน้า น้ำอ้อยที่สกัดออกมาได้ยังมีสิ่งปนเปื้อนจำพวกดิน ทราย และเศษกากอ้อยละเอียดปะปนอยู่ค่อนข้างมาก จึงถูกสูบเข้าตะแกรงหมุน เพื่อกรองเอากากอ้อยละเอียดที่ปนมาในน้ำอ้อยรวมออก

น้ำอ้อยที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งต่อไปยังถังพักเพื่อรอส่งไปกระบวนการทำใส และต้มเคี่ยวผลิตน้ำตาลทรายดิบต่อไป ส่วนกากอ้อยละเอียดที่แยกได้จะถูกส่งกลับไปทำการสกัดน้ำอ้อยที่หน้าลูกหีบหรืออาจใช้เป็นสารช่วยกรองให้ขั้นตอนการทำน้ำอ้อยใส

สำหรับกากอ้อยที่ออกจากลูกหีบชุดสุดท้าย ซึ่งมีน้ำตาลเหลืออยู่น้อยมากและมีความชื้นประมาณร้อยละ 52 ส่วนใหญ่จะถูกส่งไปเป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ภายในหม้อน้ำเพื่อผลิตไอน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิตและผลิตไฟฟ้าต่อไป

กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

- กระบวนการสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction) :

ทำการสกัดน้ำอ้อยโดยผ่านอ้อยเข้าไปในชุดลูกหีบ (4-5 ชุด) และกากอ้อยที่ผ่านการสกัดน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดสุดท้าย จะถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ภายในเตาหม้อไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิตและน้ำตาลทราย

- การทำความสะอาด หรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification) :

น้ำอ้อยที่สกัดได้ทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการทำใส เนื่องจากน้ำอ้อยมีสิ่งสกปรกต่างๆ จึงต้องแยกเอาส่วนเหล่านี้ออกโดยผ่านวิธีทางกล เช่น ผ่านเครื่องกรองต่าง ๆ และวิธีทางเคมี เช่น โดยให้ความร้อน และผสมปูนขาว

- การต้ม (Evaporation) :

น้ำอ้อยที่ผ่านการทำใสแล้วจะถูกนำเข้าสู่ชุดหม้อต้ม (Multiple Evaporator) เพื่อระเหยเอาน้ำออก (ประมาณ 70 %) โดยน้ำอ้อยเข้มข้นที่ออกมาจากหม้อต้มลูกสุดท้าย เรียกว่า น้ำเชื่อม (Syrup)



- **การเคี้ยว (Crystallization) :**

น้ำเชื่อมที่ได้จากการต้มจะถูกนำเข้ามาห้อยเคี้ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว ที่จุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเกิดขึ้นมา โดยที่ผลึกน้ำตาล และกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี้ยวนี้รวมเรียกว่า แมสซิควิท (Messecuite)

- **การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifuging) :**

แมสซิควิทที่ได้จากการเคี้ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจาก กากน้ำตาล โดยใช้เครื่องปั่น (Centrifugal) ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็นน้ำตาลดิบ

กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลรีไฟน์

- **การปั่นละลาย (Affinated Centrifuging) :**

นำน้ำตาลดิบมาผสมกับน้ำร้อน หรือน้ำเหลืองจากการปั่นละลาย (Green Molasses) น้ำตาลดิบที่ผสมนี้เรียกว่า แมกม่า (Magma) และแมกม่านี้จะถูกนำไปปั่นละลายเพื่อล้างคราบน้ำเหลือง หรือกากน้ำตาลออก

- **การทำความสะอาด และฟอกสี (Clarification) :**

น้ำเชื่อมที่ได้จากหม้อปั่นละลาย (Affinated Syrup) จะถูกนำไปละลายอีกครั้งเพื่อละลายผลึกน้ำตาลบางส่วนที่ยังละลายไม่หมดจากการปั่น และผ่านตะแกรงกรองเข้าผสมกับปูนขาว เข้าฟอกสีโดยผ่านเข้าไปในหม้อฟอก (ปัจจุบันนิยมใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวฟอก) จากนั้นจะผ่านเข้าสู่การกรองโดยหม้อกรองแบบใช้แรงดัน (Pressure Filter) เพื่อแยกตะกอนออก และน้ำเชื่อมที่ได้จะผ่านไปฟอกเป็นครั้งสุดท้ายโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange Resin) จะได้นำเชื่อมรีไฟน์ (Fine Liquor)

- **การเคี้ยว (Crystallization) :**

น้ำเชื่อมรีไฟน์ที่ได้จะถูกนำเข้ามาห้อยเคี้ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว

- **การปั่นแยกผลึกน้ำตาล (Centrifuging) :**

แมสซิควิทที่ได้จากการเคี้ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาล โดยใช้เครื่องปั่น (Centrifugal) ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็น น้ำตาลรีไฟน์ และน้ำตาลทรายขาว

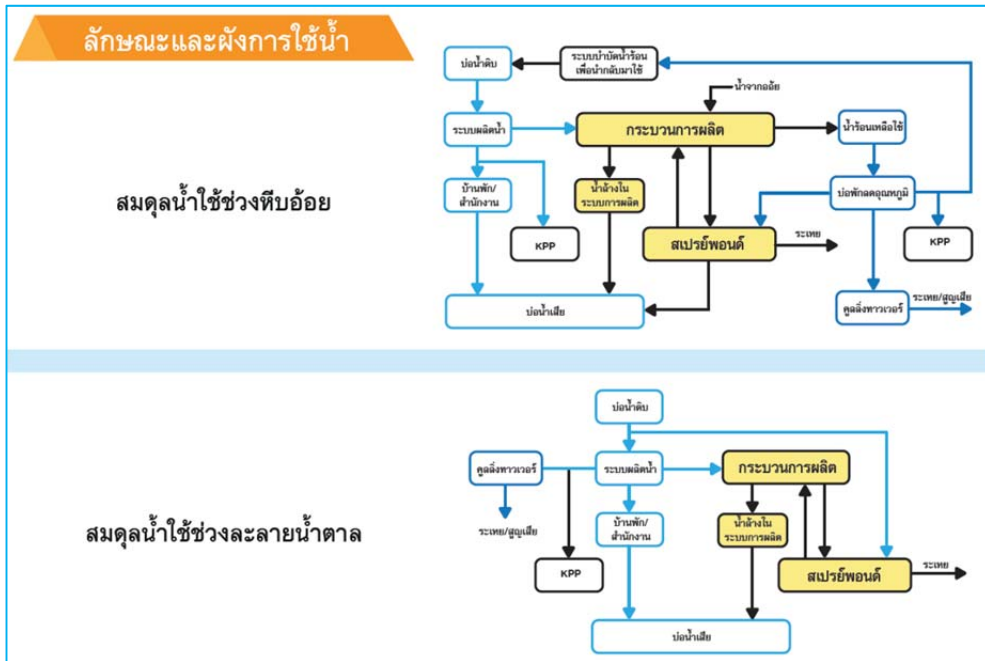
- **การอบ (Drying) :**

ผลึกน้ำตาลรีไฟน์ และน้ำตาลทรายขาวที่ได้จากการปั่นก็จะเข้าหม้ออบ (Dryer) เพื่อไล่ความชื้นออกแล้วบรรจุกระสอบเพื่อจำหน่าย



การบรรจุ

น้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ที่ผลิตได้จะถูกนำมาบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ และนำไปจัดเก็บเพื่อรอส่งจำหน่ายต่อไป



ตัวอย่างแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล

การใช้ซ้ำ (Reuse)

การนำน้ำจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำกลับมาใช้ใหม่

น้ำที่เปลี่ยนสถานะจากไอน้ำมาเป็นน้ำหรือ Condensate จะมีพลังงานอยู่ ยิ่งอุณหภูมิและความดันสูงมากเท่าไร พลังงานใน Condensate ก็ยิ่งสูงมากเท่านั้น และหากสามารถนำน้ำ Condensate เหล่านั้นกลับไปใช้งานหรือนำกลับไปเป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ นอกจากจะช่วยลดการใช้น้ำแล้ว ยังช่วยลดกระบวนการปรับสภาพน้ำ ลดการใช้เคมีในการปรับสภาพน้ำ ลดการใช้ไฟฟ้าในปั๊มน้ำและอื่นๆ อีกด้วย

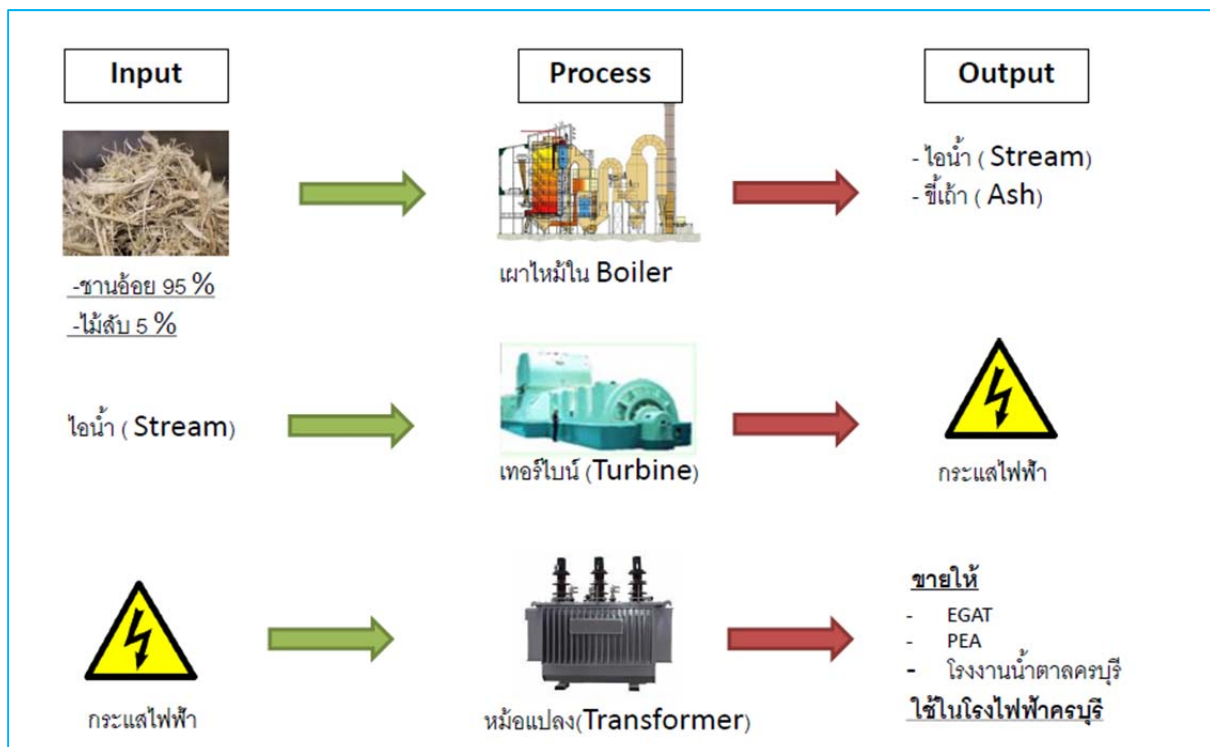
โรงงานได้มีการนำน้ำร้อน Condensate กลับมาใช้ในระบบทำความเย็น และสำรองน้ำร้อนให้ Process A,B และ C เพื่อให้มีน้ำร้อนใช้เพียงพอ ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ 10,222 ลูกบาศก์เมตรต่อปี แล้วช่วยลดพลังงานไอน้ำที่สูญเสียไปจากการนำกลับมาผลิตน้ำร้อน



3. อุตสาหกรรมต่อเนื่องอุตสาหกรรมน้ำตาล : การผลิตไฟฟ้าจากกากอ้อย

กากอ้อย/ชานอ้อย จัดเป็นของเสียจากการผลิตน้ำตาล แต่เป็นแหล่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่สำคัญในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งกระบวนการนับตั้งแต่อ้อยถูกเก็บเกี่ยวจนเข้าสู่กระบวนการที่บอ้อยเพื่อให้ได้น้ำอ้อยมาผลิตเป็นน้ำตาลนั้น จะพบว่ามีการกากอ้อย/ชานอ้อยซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตอยู่เป็นจำนวนมาก การเปลี่ยนกากอ้อยให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ทำได้โดยใช้ระบบเผาไหม้โดยตรง (Direct-Fired) ด้วยการนำกากอ้อย/ชานอ้อยมาเผาไหม้ในหม้อไอน้ำและถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นจนกลายเป็นไอน้ำที่ร้อนจัดและมีความดันสูง ซึ่งไอน้ำนี้จะถูกนำไปปั่นกังหันที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ได้กระแสไฟฟ้าออกมา

กากอ้อย 1 ตัน ในกระบวนการแปรรูปจะมีกากหรือชานอ้อยเป็นวัสดุเหลือใช้ประมาณ 290 กิโลกรัม ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 100 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และกากอ้อยยังเป็นเชื้อเพลิงที่เผาไหม้แล้วมีปริมาณขี้เถ้าน้อย และขี้เถ้าดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้ปรับปรุงสภาพดินในไร้อ้อยได้อีกด้วย



กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชานอ้อย



ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้:

ปริมาณน้ำที่สามารถลดได้	43,800	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ต้นทุนของน้ำRO	10	บาทต่อลูกบาศก์เมตร
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้	438,000	บาทต่อปี
ต้นทุนในการปรับปรุง	242,548	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	ประมาณ 7 เดือน	



เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง, 2551.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจใน
อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง, พฤษภาคม 2549.

ศูนย์บริการวิชาการเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, โครงการศึกษาวิจัยแนวทางการพัฒนา
อุตสาหกรรมเกษตรแบบครบวงจร, พฤษภาคม 2543.

สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย, กระบวนการผลิตเอทานอล, <http://www.thai-ethanol.com/>

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย, 2552.

การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, คู่มือเกณฑ์โรงงานอุตสาหกรรม
เชิงนิเวศ (Eco Factory), พิมพ์ครั้งที่ 2 ตุลาคม 2560.



คณะกรรมการ คณะกรรมการอำนวยการ คณะทำงาน และที่ปรึกษาโครงการ

คณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินโครงการของสถาบันการศึกษาและเอกชนที่ได้รับการช่วยเหลือและอุดหนุนจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล ชุดที่ 6 โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพของภาคอุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาล ในพื้นที่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตแบริ่งมันสำปะหลังและอุตสาหกรรมน้ำตาล)

องค์ประกอบ

1)	นายณัฐพร สกกุลแก้ว	นักวิชาการทรัพยากรธรณีชำนาญการ	ประธานกรรมการ
2)	นางอรุณยานี วิทยกิจ	นักวิชาการทรัพยากรธรณีชำนาญการ	กรรมการ
3)	นางทศพร ศรีวรกุล	นักวิชาการทรัพยากรธรณีปฏิบัติการ	กรรมการและเลขานุการ
4)	นางสาวกาญจนา แจ่มชื่น	นักวิชาการทรัพยากรธรณี	ผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการอำนวยการ

องค์ประกอบ

1)	นายสมชาย	หวังวัฒนาพานิช	ประธานกรรมการ
2)	นายธัญพัฒน์	มันฉินนันทน์	รองประธานกรรมการ
3)	นายบุญยิ่ง	กู่สวัสดิ์	รองประธานกรรมการ
4)	นายชูชาติ	สายถีน	กรรมการ
5)	นายโชคชัย	มนตรีอมรเชษฐ	กรรมการ
6)	นายพิชัย	อุตมาภินันท์	กรรมการ
7)	นายพงศา	แสนใจงาม	กรรมการ
8)	นายปรีดี	เจริญศิลป์	กรรมการ
9)	นายธีระศักดิ์	ผดุงตันตระกุล	กรรมการ
10)	นายวิญ	วิเชียรศรี	กรรมการ
11)	นางสุจินต์	อัครงค์เทพพิทักษ์	กรรมการ
12)	นางสาวพรรัตน์	เพชรภักดี	เลขานุการ
13)	นายจิรวัตร	จิรจรียาเวช	ผู้ช่วยเลขานุการ
14)	นางสาวภัทรันดา	แสงมหะหมัด	ผู้ช่วยเลขานุการ



คณะกรรมการ

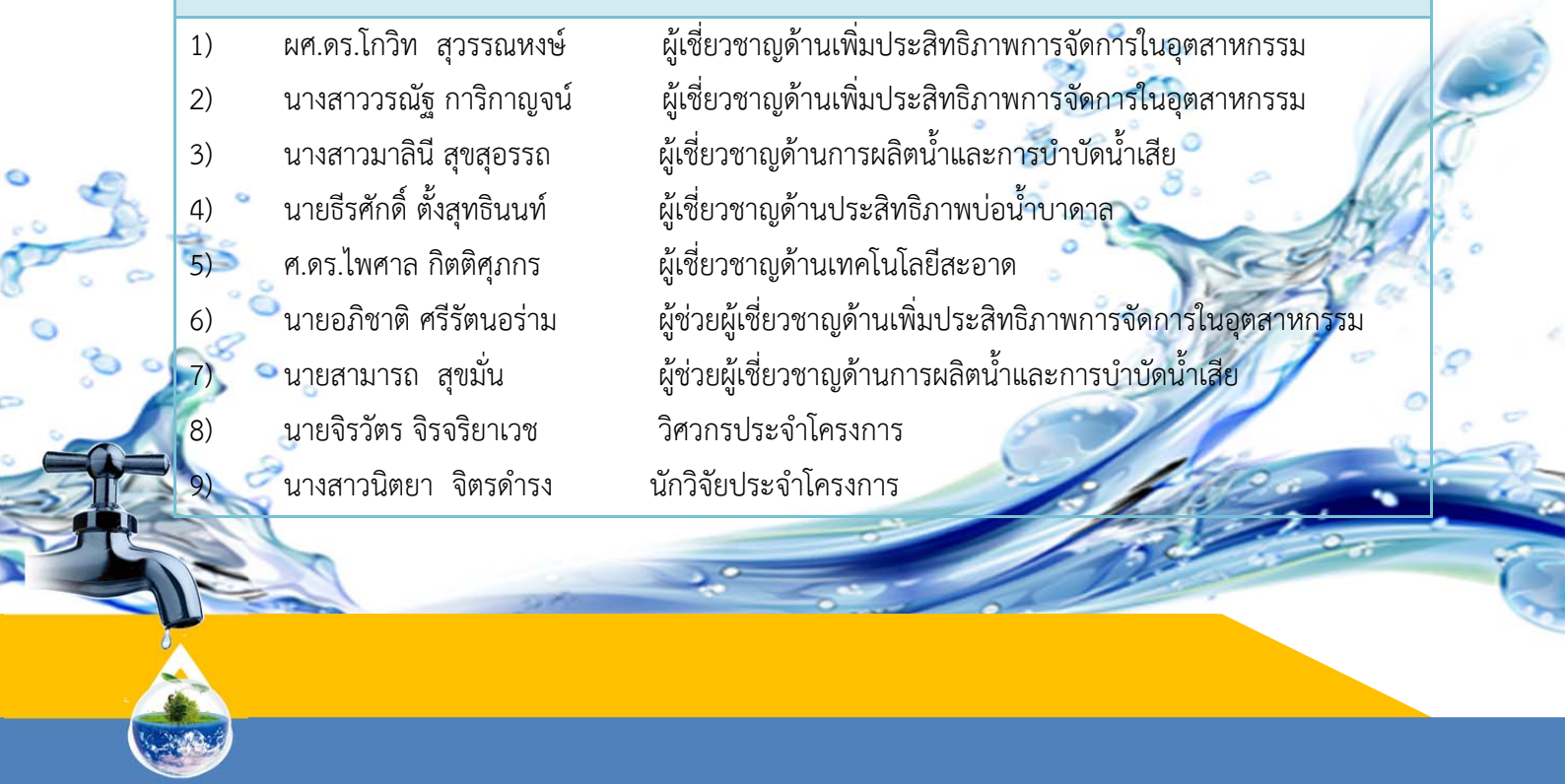
องค์ประกอบ

1)	นายฉันทพัฒน์	มันนิชนันทน์	ประธานคณะกรรมการ
2)	นายบุญยิ่ง	ภู่วิสดี	รองประธานคณะกรรมการ
3)	นางสาวพรรรัตน์	เพชรภักดี	คณะกรรมการ
4)	นางกานต์รวี	งามโพธิ์ทอง	คณะกรรมการ
5)	นายปรีดี	เจริญศิลป์	คณะกรรมการ
6)	นายทองติก	เถกิงวิทย์	คณะกรรมการ
7)	นายวรวิทย์	จำเริญเลิศ	คณะกรรมการ
8)	นายวิญ	วิเชียรศรี	คณะกรรมการ
9)	นายวิสิทธิ์	วงศ์วิวัฒน์	คณะกรรมการ
10)	นางสาวศิริมา	วัฒนชัยมงคล	คณะกรรมการ
11)	นางสาวภัทรันดา	แสงมหะหมัด	คณะกรรมการและเลขานุการ
12)	นายจิรวัตร	จิรจรรยาเวช	คณะกรรมการและเลขานุการ
13)	นายปรมัจฉ์	อรรคบุตร	ผู้ช่วยเลขานุการ
14)	นางสาวชนันดา	ปัญญา	ผู้ช่วยเลขานุการ

คณะผู้เชี่ยวชาญ

องค์ประกอบ

1)	ผศ.ดร.โกวิท สุวรรณหงษ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในอุตสาหกรรม
2)	นางสาววรรณัฐ การิกากุจน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในอุตสาหกรรม
3)	นางสาวมาลินี สุขสุวรรณ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตน้ำและการบำบัดน้ำเสีย
4)	นายธีรศักดิ์ ตั้งสุทธินนท์	ผู้เชี่ยวชาญด้านประสิทธิภาพบ่อน้ำบาดาล
5)	ศ.ดร.ไพศาล กิตติศุภกร	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสะอาด
6)	นายอภิชาติ ศรีรัตนอร่าม	ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญด้านเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในอุตสาหกรรม
7)	นายสามารถ สุขมัน	ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตน้ำและการบำบัดน้ำเสีย
8)	นายจิรวัตร จิรจรรยาเวช	วิศวกรประจำโครงการ
9)	นางสาวนิตยา จิตรดำรง	นักวิจัยประจำโครงการ



ติดต่อ



กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

ที่อยู่ 26/83 ซอยท่านผู้หญิงพหล (งามวงศ์วาน 54)

ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร 02 666 7000 โทรสาร 02 666 7055



กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล
Groundwater Development Fund

กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล

ที่อยู่ 26/83 ซอยท่านผู้หญิงพหล (งามวงศ์วาน 54)

ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร 02 666 7182 โทรสาร 02 666 7190



สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน

สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ที่อยู่ โซน ซี ชั้น 4 ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

60 ถนนรัชดาภิเษกตัดใหม่ แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

โทร 0 2345 1000 โทรสาร 0 2345 1296-99