

แนวทางการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในสถานการณ์ขาดแคลนน้ำ

โดย กองส่งเสริมเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน
กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

การหาแนวทางในการลดการใช้น้ำที่เหมาะสม ควรมีการพิจารณาทางเทคนิคว่ามีความสอดคล้องกับระบบเดิม หรือมีความยากง่ายในการปรับเปลี่ยนวิธีการและการดำเนินงานของโรงงานในสถานการณ์ที่ประเทศชาติประสบปัญหาภัยแล้ง เพื่อให้โรงงานมีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแบ่งเป็นหัวข้อหลักๆ ได้ดังนี้

• การลดการใช้น้ำของน้ำทั่วไป

การสูญเสียอย่างหนึ่งที่มีกพบในโรงงานอุตสาหกรรมคือการใช้ในส่วนของการใช้ทั่วไปในโรงงาน สำหรับกิจกรรมการใช้น้ำ การทำอาหาร ล้างทำความสะอาดในโรงอาหาร และการรดน้ำต้นไม้ในส่วนพื้นที่สีเขียวของโรงงาน จากการเข้าสำรวจโรงงาน พบว่าโรงงานส่วนใหญ่ไม่มีการตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำในส่วนนี้ ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากไม่มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำสำหรับการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้โดยเฉพาะ รวมทั้งคนทั่วไปมักคิดว่าการใช้น้ำในกิจกรรมส่วนนี้มีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับการใช้น้ำในกิจกรรมอื่นๆ ในโรงงาน แต่จากการทำสมดุลน้ำ พบว่าโรงงานจำนวนไม่น้อยที่มีการใช้น้ำในส่วนนี้เป็นสัดส่วนที่สูงเป็นลำดับต้นๆ ของการใช้น้ำทั้งหมดของโรงงาน ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ในการสูญเสียน้ำใช้ทั่วไป มีดังนี้

- มีพฤติกรรมการใช้น้ำที่ไม่เหมาะสม เช่น ใช้น้ำฉีดล้างสิ่งสกปรกบนพื้นหรืออุปกรณ์ต่างๆ แทนการกวาดหรือเช็ด
- มีน้ำรั่วไหลจากข้อต่อ วาล์ว ท่อ หรืออุปกรณ์ที่ชำรุด โดยไม่ทำการแก้ไข
- ใช้น้ำรดต้นไม้อย่างฟุ่มเฟือย ไม่ควบคุมดูแล
- นำไปใช้งานผิดวัตถุประสงค์ เช่น การต่อน้ำที่ใช้สำหรับใช้ในกระบวนการผลิตนำไปรดน้ำต้นไม้

สำหรับแนวทางลดการใช้น้ำใช้ทั่วไป จะเป็นมาตรการในเชิงการจัดการ และการตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำ อ้างอิงเทียบกับค่าดัชนีมาตรฐานของกิจกรรมต่างๆ เช่น การใช้น้ำของพนักงานในสำนักงานอยู่ที่ประมาณ 40-60 ลิตร/คน/8 ชม. การใช้น้ำในกิจกรรมโรงอาหารอยู่ที่ 50 ลิตร/คน/วัน¹ หรือการใช้น้ำรดน้ำต้นไม้อยู่ที่ 1.5 ลิตร/ตร.ม.ของพื้นที่สีเขียว/วัน (เป็นข้อมูลทั่วไปที่ใช้สำหรับการประเมิน EIA) เป็นต้น หากตรวจสอบปริมาณน้ำใช้แล้วมีค่าเกินกว่าดัชนีดังกล่าว จะบ่งบอกถึงการใช้น้ำเกินความจำเป็น ควรดำเนินการแก้ไข และหาแนวทางการลดการใช้น้ำในส่วนนี้ต่อไป

• การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสาธารณูปโภค

ในการทำงานของอุปกรณ์ปรับสภาพน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสาธารณูปโภค เช่น ถังกรองทราย ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ ระบบหม้อไอน้ำ ระบบหล่อเย็น มีการใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น ใช้เพื่อระบายความร้อนจากกระบวนการผลิต ใช้สำหรับล้างเพื่อกำจัดความสกปรก ใช้เพื่อควบคุมปริมาณสารละลาย

¹วิศวกรรมงานท่อภายในอาคาร การออกแบบติดตั้งและการบำรุงรักษา. สุรินทร์ เศรษฐมานิต, 2539

ไม่ให้มีสูงเกินไปจนเป็นปัญหากับระบบหรืออุปกรณ์ แนวทางการลดการสูญเสียจากอุปกรณ์แต่ละชนิดมีดังนี้

1) ระบบถังกรองทรายหรือถังกรองมัลติมีเดีย (Sand filter/Multimedia filter)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานปกติของโรงงานส่วนใหญ่มักกำหนดเกณฑ์ในการล้างย้อนของถังกรองทรายและถังกรองมัลติมีเดีย โดยใช้เวลากำหนดความถี่สำหรับการล้างย้อน ซึ่งเป็นวิธีกำหนดเกณฑ์การล้างย้อนที่ไม่สอดคล้องกับลักษณะการสะสมของสารแขวนลอยในถังกรองที่เกิด ส่งผลให้มีความถี่ในการล้างย้อนมากเกินไป เป็นผลให้เกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น การกำหนดความถี่การล้างย้อนที่เหมาะสมควรใช้เกณฑ์ค่าความดันแตกต่าง (Differential Pressure) และกำหนดค่าความดันแตกต่างที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5-1.0 บาร์² สำหรับเป็นเงื่อนไขการล้างย้อนของถังแต่ละใบ และระยะเวลาในการล้างย้อนแต่ละครั้งควรกำหนดด้วยความใสของน้ำที่ออกจากถังกรอง ดังนั้นการลดการใช้น้ำในระบบถังกรองทรายหรือมัลติมีเดียควรใช้การเลือกเกณฑ์และเวลาในการล้างย้อนให้สอดคล้องกับสภาวะการทำงานจริง ทำให้ความถี่ในการล้างย้อน และปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างย้อนแต่ละครั้งลดลง สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำในระบบถังกรองได้

2) ระบบผลิตน้ำอาร์โอ (Reverse Osmosis)

ในปัจจุบันโรงงานส่วนใหญ่ได้มีการติดตั้งระบบผลิตน้ำ RO แต่โรงงานยังขาดความรู้ความเข้าใจในระบบผลิตน้ำ RO โดยปกติแล้วระบบผลิตน้ำ RO จะมีการระบายน้ำทิ้งออกมาตลอดเวลา โดยปริมาณน้ำระบายทิ้งจากระบบสามารถอ้างอิงได้จากค่า %Recovery โดยคำนวณได้จาก

$$\% \text{ Recovery} = (\text{Permeate Flow} / \text{Feed Flow}) \times (100)$$

ถ้าสามารถเพิ่มค่า %Recovery ให้สูงขึ้นจากค่าปัจจุบันได้ ปริมาณน้ำที่ระบายทิ้งของระบบจะลดลง ซึ่งค่า %Recovery ที่เหมาะสมของแต่ละระบบจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณสารละลายในน้ำป้อน การปรับสภาพน้ำก่อนเข้าระบบ RO การเลือกใช้สารเคมีเพื่อป้องกันเมมเบรน และระยะห่างของการล้างเมมเบรนที่ต้องการ แต่โดยทั่วไป ระบบ RO ที่มีการออกแบบ และดูแลอย่างถูกต้อง ควรมีค่า %Recovery อยู่ในช่วง 70-80% (เป็นค่ามาตรฐานทั่วไปจากผู้ผลิต/จำหน่ายระบบ RO สามารถทำได้) ดังนั้นแนวทางการลดการใช้น้ำของระบบนี้ จึงเน้นไปที่การควบคุมคุณภาพน้ำป้อนให้มีคุณภาพดีอย่างต่อเนื่อง และมีการตรวจสอบ Parameter ที่สำคัญอย่างสม่ำเสมอ เช่น ค่า SDI (Silt Density Index) ค่า Bacteria Count ค่า Iron (Fe^{2+}) ค่า Manganese (Mn^{2+}) ค่า Aluminum (Al^{3+}) เป็นต้น

3) ระบบหม้อไอน้ำ (Boiler)

ในระบบหม้อไอน้ำการสูญเสียน้ำจะเกิดขึ้นใน 2 จุดใหญ่ คือ จากการระบายน้ำทิ้งเพื่อควบคุมปริมาณสารละลายและควบคุมคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและการเกิดตะกอนในส่วนของหม้อไอน้ำ รวมทั้งควบคุมคุณภาพไอน้ำที่ผลิตได้ให้เหมาะสมกับ

² กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553. คู่มือการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม.

สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร

การนำไปใช้ในจุดต่างๆ อีกจุดหนึ่งที่มีมักเกิดการสูญเสีย น้ำ คือ การสูญเสีย น้ำคอนเดนเสทจากอุปกรณ์ Steam trap และ น้ำคอนเดนเสทที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนหรือเกิดจากข้อจำกัดของระบบ เช่นไม่มีระบบท่อสำหรับนำกลับมาหรือมีแรงดันไม่เพียงพอให้นำมายังจุดใช้งาน

ดังนั้นแนวทางของการลดการระบายน้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำจะพิจารณาจากคุณภาพน้ำระบายทิ้งว่ามีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์คุณภาพน้ำหม้อไอน้ำตามมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงอย่างไร ควบคู่ไปกับคุณภาพของไอน้ำที่ผลิตได้ ถ้าคุณภาพน้ำระบายทิ้งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่อ้างอิงและคุณภาพไอน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ แสดงว่าระบบนั้นๆ ยังสามารถลดการระบายน้ำทิ้งได้ และควบคุมคุณภาพน้ำป้อนเข้าระบบหม้อไอน้ำให้มีคุณภาพดีอย่างต่อเนื่อง ก็สามารถทำให้ลดเกิดการสิ้นเปลืองน้ำและพลังงานได้

สำหรับการลดการสูญเสีย น้ำคอนเดนเสท สามารถทำได้หลายแนวทาง เช่น การตรวจสอบอุปกรณ์ Steam trap ให้สมบูรณ์พร้อมใช้งานอยู่เสมอเพื่อลดการสูญเสียไอน้ำโดยไม่จำเป็น อีกแนวทางหนึ่งที่ต้องดำเนินการ คือ พยายามนำ น้ำคอนเดนเสทที่ผ่านการใช้งานกลับมาเป็นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ เนื่องจาก น้ำคอนเดนเสทที่ไม่มีการปนเปื้อนจะมีคุณภาพดีเทียบเท่ากับน้ำกลั่น ส่งผลให้ลดการใช้น้ำและพลังงานอีกด้วย

4) ระบบหล่อเย็น (Cooling)

น้ำที่ป้อนเข้าสู่ระบบหล่อเย็น จะถูกนำไปใช้สำหรับวัตถุประสงค์หลักๆ 2 ส่วน คือใช้ในการระเหยกลายเป็นไอเพื่อดึงความร้อนออกไปจากระบบ และใช้ในการระบายทิ้งเพื่อควบคุมปริมาณสารละลายในน้ำหล่อเย็นให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อควบคุมการกัดกร่อน การเกิดตะกอนหรือการอุดตัน และปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำไม่ให้กระทบต่อการใช้งานและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบน้ำหล่อเย็น

แนวทางการลดการใช้น้ำในระบบจะทำได้โดยการลดการระบายน้ำทิ้งเป็นหลัก เพราะไม่สามารถลดการใช้น้ำในส่วนของการระเหยกลายเป็นไอได้ เนื่องจากอัตราการระเหยน้ำของระบบขึ้นอยู่กับภาระการใช้งานของกระบวนการผลิต ยกเว้นแต่ปรับเปลี่ยนระบบจากการระบายความร้อนด้วยน้ำเป็นการระบายความร้อนด้วยอากาศ จึงจะช่วยลดการสูญเสีย น้ำจากการระเหยได้ เมื่อทำการลดการระบายน้ำทิ้งจากระบบจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำหล่อเย็นเพิ่มสูงขึ้น ในอุตสาหกรรมทั่วไประดับความเข้มข้นของสารละลาย จะประเมินโดยใช้ค่าวัฏจักรความเข้มข้น (Cycle of concentration) หรือค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) เป็นหลัก สำหรับหล่อเย็นที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ดีจะมีค่าวัฏจักรความเข้มข้น (Cycle) หรือค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) สูง และไม่ก่อให้เกิดปัญหาใดๆ ต่อระบบ อย่างไรก็ตามแนวโน้มปัญหาของระบบหล่อเย็นที่มีค่าวัฏจักรความเข้มข้น (Cycle) สูง มักเป็นปัญหาด้านการเกิดตะกอน หรือการอุดตันมากกว่าปัญหาด้านอื่นๆ

• การนำน้ำที่ผ่านการใช้งานที่มีคุณภาพดีกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

ในโรงงานแต่ละแห่งจะมีความต้องการคุณภาพน้ำเพื่อใช้งานหลายรูปแบบ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1) ประเภทน้ำคุณภาพสูง เช่น ใช้สำหรับการบริโภค ใช้ผสมในผลิตภัณฑ์
- 2) ประเภทน้ำคุณภาพทั่วไป เช่น ใช้สำหรับอุปกรณ์สนับสนุนการผลิตต่างๆ ใช้ในกระบวนการผลิต
- 3) ประเภทน้ำคุณภาพต่ำ เช่น ใช้รดน้ำต้นไม้ ใช้สำหรับการล้างทั่วไป

ดังนั้น จึงควรวิเคราะห์และพิจารณาว่าการใช้งานในแต่กิจกรรม มีพารามิเตอร์ของน้ำตัวใด ที่เป็นเงื่อนไขหรือข้อจำกัดในการนำไปใช้งาน อาทิเช่น ค่าพีเอช (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ค่าความกระด้าง (Hardness) เป็นต้น เมื่อทราบข้อมูลดังกล่าวแล้ว จึงนำมากำหนดแนวทางการนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น การนำน้ำทิ้งจากระบบผลิตน้ำ RO (Reverse Osmosis) กลับมารดน้ำต้นไม้ หรือนำกลับมาล้างทำความสะอาด

- **การใช้ประโยชน์จากน้ำฝนที่กักเก็บได้ในโรงงาน**

เนื่องจากแต่ละโรงงานมีบริเวณพื้นที่มาก การพิจารณาการใช้ประโยชน์จากน้ำฝนที่สามารถเก็บรวบรวมได้ในบริเวณพื้นที่ของโรงงาน เป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดการใช้จากแหล่งน้ำธรรมชาติได้ และในบริเวณจังหวัดระยองเป็นเขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์สูง ซึ่งโรงงานหลายๆแห่ง มีบ่อน้ำที่สร้างไว้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น เป็นบ่อรับน้ำฝนที่ปนเปื้อน บ่อพักน้ำรอการระบายออก หรือบ่อน้ำสำรองสำหรับน้ำดับเพลิง แต่ในปัจจุบันน้ำจากบ่อเหล่านี้จะถูกระบายทิ้งออกสู่ภายนอกโรงงาน หรือบางส่วนระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อทำการบำบัดก่อนปล่อยสู่ภายนอก เมื่อพิจารณาในด้านคุณภาพ น้ำฝนที่ตกภายในบริเวณโรงงานจะมีปริมาณสารละลายต่ำกว่า หรือใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำดิบที่โรงงานใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีศักยภาพสามารถนำกลับมาใช้กับกิจกรรมบางอย่างในโรงงานได้ และเป็นการใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า ส่งผลให้ลดการใช้น้ำจากแหล่งน้ำและลดภาระการบำบัดน้ำเสียในระบบน้ำเสียอีกทางหนึ่งด้วย

- **การนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่**

การนำน้ำเสียมาบำบัดแล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สามารถทำได้ใน 2 รูปแบบ คือ

- On-site recycle เป็นการบำบัดน้ำเสียแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเดียวโดยไม่รวมกับน้ำเสียจากจุดอื่นๆ เช่น การใช้ระบบ UF/RO บำบัดน้ำระบายทิ้งจากหอหล่อเย็นเพื่อนำกลับไปเป็นน้ำป้อนของหอหล่อเย็นใหม่อีกครั้ง

- Off-site recycle เป็นการบำบัดน้ำเสียที่รวมจากหลายแหล่ง เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น การนำน้ำเสียจากบ่อบำบัดขั้นสุดท้าย มาบำบัดด้วย UF/RO เพื่อกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ เนื่องจากน้ำเสียขั้นสุดท้ายจะมีสิ่งเจือปนที่มีปริมาณมากกว่าและหลากหลายกว่า ต้นทุนการบำบัด การดูแลรักษาจะสูงกว่า รวมทั้งทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากน้ำที่บำบัดแล้วจะมีน้อยกว่า ในบางกระบวนการน้ำเสียที่เกิดขึ้น อาจมีการปนเปื้อนเพียงเล็กน้อย สามารถบำบัดและนำกลับมาใช้ได้เลย เช่น น้ำล้างย้อนจากถังกรอง น้ำคอนเดนเสทจากกระบวนการผลิต เป็นต้น เป็นแนวทางที่ควรเลือกในลำดับต้นๆ นอกเหนือจากการบำบัดจะมีต้นทุนที่ต่ำสุดแล้ว ยังช่วยลดภาระให้ระบบบำบัดน้ำเสียรวม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากน้ำที่บำบัดแล้วได้มากขึ้นด้วย

การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจะส่งผลให้เกิดน้ำเสียที่ปลายท่อน้อยลง ซึ่งในสถานการณ์ภัยแล้งภาคอุตสาหกรรมควรลดการปล่อยน้ำเสียให้น้อยลงด้วย