บทที่ 3

ข้อมูลทั่วไปของการประปาส่วนภูมิภาคและเทคโนโลยีการผลิตน้ำประปา

ในบทนี้ จะกล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งเป็นกรณีศึกษาในการวิจัยนี้

3.1 ประวัติการประปาส่วนภูมิภาค

3.1.1 ประปาประเทศไทย

วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2452 พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้ประกาศพระบรมราชโองการทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯให้กรมสุขาภิบาลจัดการที่จะนำน้ำมาใช้ในพระนครตามแบบอย่างที่สมควรแก่ภูมิประเทศ การที่จะต้องทำนั้น คือ

1. ให้ตั้งทำที่ขังน้ำที่คลองเชียงราก แขวงเมืองปทุมธานี อันเป็นที่พ้นเขตน้ำเค็มขึ้นถึงทุกฤดู
2. ให้ขุดคลองแยกจากที่ขังน้ำนั้น เป็นทางน้ำลงมาถึงคลองสามเสนฝั่งเหนือตามแนวทางรถไฟ
3. ตั้งโรงสูบน้ำขึ้น ณ ที่ตำบลนั้น สูบน้ำขึ้นยังที่เกรอะกรองตามวิธีให้น้ำสะอาดบริสุทธิ์ ปราศจากสิ่งซึ่งจะเป็นเชื้อโรค แล้วจำหน่ายน้ำไปในที่ต่างๆตามควรแก่ท้องที่ของเขตพระนคร

กิจการอย่างนี้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯให้เรียกตามภาษาสันสกฤตเพื่อจะให้เป็นคำสั้นว่า “การประปา”

3.1.2 การก่อสร้างการประปาในส่วนภูมิภาค

การประปาส่วนภูมิภาคเป็นองค์กรที่รับผิดชอบในการก่อสร้างและบริหารงานเกี่ยวกับกิจการประปาในส่วนภูมิภาคและชนบทต่างๆ จากประวัติของกองการประส่วนภูมิภาค กรมโยธาธิการพบว่าในปีพ.ศ. 2496 รัฐบาลได้อนุมัติงบประมาณให้ดำเนินการก่อสร้างการประปา ณ ศูนย์การทหารปืนใหญ่โคกกระเทียม ให้ชื่อว่าการประปาพิบูลสงคราม ผลิตลำจำหน่ายน้ำประปาบริการหน่วยทหารและประชาชน ซึ่งอาจจะนับเป็นการประปาแห่งแรกในต่างจังหวัดและในปีพ.ศ. 2497 รัฐบาลก็ได้อนุมัติให้กรมโยธาธิการกู้เงินธนาคารออมสินมาดำเนินการก่อสร้างการประปา

ขอนแก่น ราชบุรี อุดรธานี เชียงใหม่ ปากพนังและภูเก็ต รวม 6 แห่ง และอนุมัติให้ทำสัญญา ผ่อนชำระกับบริษัทเอกชนรวม 2 ฉบับ เพื่อก่อสร้างการประปา 70 การประปา โดยใช้เงินกู้จากธนาคารออมสิน ต่อมาได้รับความช่วยเหลือจากสหรัฐอเมริกาในเรื่องเครื่องกรองน้ำ เครื่องจักรกลการประปา ท่อและรถยนต์ในวงเงิน U.S.$495,000 เพื่อก่อสร้างการประปา 6 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ การประปาร้อยเอ็ด อุบลราชธานี สกลนคร สุรินทร์ มหาสาคาม และศรีสะเกษ โดยค่าใช้จ่ายสมทบภายในประเทศ ซึ่งได้แก่ ค่าก่อสร้างอาคารและอื่นๆ จ่ายจากเงินกู้ ก.ศ.ว. หลังจากนั้นอีก 7 ปีต่อมาในปีพ.ศ. 2504 รัฐบาลประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการจึงมีการแบ่งงานเป็นงานโครงการประปาจังหวัดและโครงการเจาะบ่อบาดาล โดยจะดำเนินการเจาะบ่อบาดาลในท้องที่ซึ่งอัตคัดขาดแคลนน้ำผิวดินในการใช้อุปโภคและบริโภคในจังหวัดต่างๆของภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นหน้าที่ของกรมทรัพยากรธรณีและการที่กรมโยธาธิการจะดำเนินการเจาะบ่อบาดาล ณ ท้องที่ใดถูกกำหนดโดยคณะกรรมการบริหารโครงการ จัดให้มีน้ำสะอาดทั่วราชอาณาจักร

การก่อสร้างการประปาโดยเงินกู้จากธนาคารออมสิน เงินกู้จากก.ศ.ว. และตามสัญญาผ่อนชำระกับบริษัทเอกชนโดยเงินกู้จากธนาคารออมสินบางแห่งได้แล้วเสร็จเปิดดำเนินงานบริการประชาชนได้ในปีพ.ศ. 2498 เทศบาลเจ้าของท้องถิ่นในขณะนั้น ไม่พร้อมที่จะรับมอบงานก่อสร้างไปบริหารงาน เนื่องจากขาดงบประมาณและภาวะการเงินของเทศบาลในขณะนั้นไม่อาจรับภาระค่าใช้จ่ายในการผลิตและจำหน่ายน้ำประปาบริการประชาชนรวมทั้งผ่อนชำระค่าก่อสร้างได้ อีกทั้งยังขาดช่างประปาที่จะมาบริหารงานกองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการจึงต้องรับภาระเป็นผู้บริหารงานบริการประชาชน โดยทำการจำหน่ายน้ำประปาในอัตราค่าน้ำอย่างต่ำลูกบาศก์เมตรละ 4.50 บาท และอย่างสูงลูกบาศก์เมตรละ 9.00 บาท โดยคำนวณค่าน้ำตามสภาพค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแต่ละท้องถิ่นบวกต้นทุนค่าก่อสร้างที่จะต้องผ่อนชำระแก่ผู้ให้กู้ และให้การประปาแต่ละแห่งมีรายได้เพียงเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเท่านั้น

ต่อมาในปี พ.ศ. 2503 ฯพณฯ นายกรัฐมนตรีมีนโยบายช่วยยกฐานะค่าครองชีพของประชาชนได้ขอให้กระทรวงมหาดไทยพิจารณาลดอัตราค่าน้ำประปาให้ต่ำลง กองประปาภูมิภาคในขณะนั้นได้จัดทำรายละเอียดค่าก่อสร้างที่ต้องจ่ายจากเงินกู้ต่างๆตลอดจนต้นทุนการผลิตและเหตุผลที่ต้องทำการจำหน่ายน้ำประปาในอัตราต่างๆข้างต้นเสนอเพื่อพิจารณาซึ่งคณะรัฐมนตรีในขณะนั้นได้มีมติในการประชุมเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2503 ให้กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการจำหน่ายน้ำประปาในอัตราลูกบาศก์เมตรละ 2.00 บาท ทุกการประปาที่เปิดบริการ โดยให้ธนาคารออมสินลดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลงเหลือร้อยละ 3 ต่อปี จากเดิมร้อยละ 8 ต่อปี และรัฐบาลจัดสรรงบประมาณรายจ่ายชำระต้นเงินกู้และดอกเบี้ยแทนกรมโยธาธิการ จากมติคณะรัฐมนตรี

ดังกล่าว กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการจะต้องดำเนินการก่อสร้างการประปาตามนโยบายเดิม และดำเนินการผลิตและจำหน่ายน้ำประปาบริการประชาชนในอัตราลูกบาศก์เมตรละ 2.00 บาท เท่ากันทุกท้องถิ่น

ในด้านการดำเนินงานในปีงบประมาณ 2504 กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการ ได้เสนอขอตั้งงบประมาณเพื่อดำเนินงานผลิต จำหน่ายน้ำประปาในส่วนภูมิภาคทั้งรายรับและรายจ่าย ซึ่งสำนักงบประมาณได้พิจารณาจัดสรรงบประมาณให้เป็นเงินทุนหมุนจำนวน 3,400,000 บาท เงินงบประมาณดังกล่าว กรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลังได้รับเข้าบัญชีเงินทุนหมุนเวียน เรียกว่า "เงินทุนหมุนเวียนการจำหน่ายน้ำประปาในส่วนภูมิภาค"

การประปาที่ก่อสร้างโดยวิธีผ่อนชำระเงินผ่อนกับบริษัท เอเซีย จำกัด มี 2 สัญญา คือ สัญญาที่ 1 ลงวันที่ 31 มีนาคม 2497 จำนวนเงินบาทตามสัญญาเป็นเงิน 190,272,361.65 บาท จำนวน 45 แห่ง สัญญาที่ 2 ลงวันที่ 21 กรกฎาคม 2498 จำนวนเงินบาทตามสัญญาเป็นเงิน 80,508,689.76 บาท จำนวน 25 แห่ง รวม 70 แห่ง

3.1.3 การจัดตั้งการประปาส่วนภูมิภาคเป็นรัฐวิสาหกิจ

การจัดหาน้ำสะอาดในรูปแบบของน้ำประปาสำหรับประชาชนใช้อุปโภคบริโภค แต่เดิมมีหน่วยงานหลักในการดำเนินงาน 2 หน่วยงาน คือ

1. กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการ กระทรวงงมหาดไทย รับผิดชอบในการดำเนินการก่อสร้างระบบประปา และดูแลระบบการผลิตจำหน่ายน้ำประปาในเขตเมืองหรือในชุมนุมชนที่มีจำนวนประชากรตั้งแต่ 5,000 คนขึ้นไป ซึ่งมีการประปาในความดูแลรับผิดชอบก่อนมีการจัดตั้งเป็นรัฐวิสาหกิจ จำนวน 185 การประปา

2. กองประปาชนบท กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข มีหน้าที่ดำเนินการและรับผิดชอบการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน หรือการประปาขนาดเล็กในชุมชนที่มีจำนวนประชากรไม่เกิน 5,000 คน โดยร่วมกับท้องถิ่นและเมื่อก่อสร้างระบบประปาแล้วเสร็จก็มอบให้แก่ท้องถิ่น ซึ่งได้แก่ สุขาภิบาล หรือหมู่บ้าน เป็นผู้บำรุงรักษาดูแลต่อไป ซึ่งมีอยู่จำนวน 550 แห่ง ก่อนที่จะมีการจัดตั้งเป็นรัฐวิสาหกิจ

ต่อมาความต้องการน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคและบริโภคขยายตัวเพิ่มความต้องการมากขึ้น การผลิต จำหน่ายของกองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการมีข้อจำกัดในด้านระเบียบราชการ ทำให้การดำเนินงานไม่คล่องตัว และไม่อาจดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นหน่วยงานธุรกิจทั่วไป ในสมัยรัฐบาล พลเอกเกรียงศักดิ์ ชมะนันท์ ได้มอบให้สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ศึกษาวิธีการจัดรูปแบบการบริหารประปาในส่วนภูมิภาคให้มีความคล่องตัวในการให้บริการ คณะรัฐมนตรีในขณะนั้น ได้มีมติเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2521 ให้มีการปรับรูปแบบการดำเนินการ

ประปาของกองประปาส่วนภูมิภาค กรมโยธาธิการ ให้เป็นรูปแบบการบริหารแบบรัฐวิสาหกิจตามข้อเสนอของสถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์ โดยจัดตั้งคณะกรรมการเตรียมการจัดตั้งการประปาส่วนภูมิภาคขึ้นมีนายจำรูญ ปิยัมปุตระ รองปลัดกระทรวงมหาดไทยในขณะนั้นเป็นประธานดำเนินการจัดตั้งและตราเป็น พรบ.การประปาส่วนภูมภาค พ.ศ. 2522 เมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2522 และให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2522 ซึ่งเป็นวันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป โดยโอนกิจการประปา ตลอดจนข้าราชการและลูกจ้างของกองประปาส่วนภูมิภาค กรมโยธาธิการและกองประปาชนบท กรมอนามัย มาเป็นลูกจ้างและพนักงานของการประปาส่วนภูมิภาค

3.2 **วิสัยทัศน์ พันธกิจ ภารกิจ และหน้าที่ของการประปาส่วนภูมิภาค**

1) วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรชั้นดีเพื่อปวงชน ที่ให้บริการน้ำประปาอย่างมีคุณภาพ ทั่วถึง และได้มาตรฐาน

2) พันธกิจ

เป็นหน่วยงานที่ให้บริการน้ำประปาตามนโยบายของรัฐบาล โดยคำนึงถึงประโยชน์ของรัฐและสุขอนามัยของประชาชนเป็นสำคัญ พันธกิจหลักของ การประปาส่วนภูมิภาค มี 3 ประการ ได้แก่

- ประกอบและส่งเสริมธุรกิจการประปา
- สำรวจ จัดหาแหล่งน้ำดิบ และจัดให้ได้มาซึ่งน้ำดิบ เพื่อใช้ในการผลิต จัดส่ง และจำหน่ายน้ำประปา
- ดำเนินธุรกิจอื่นที่เกี่ยวกับหรือต่อเนื่องกับธุรกิจประปา

3) ภารกิจและหน้าที่

- สำรวจ จัดหาแหล่งน้ำดิบและ จัดให้ได้มาซึ่งน้ำดิบ
- ผลิต จัดส่งและจำหน่ายน้ำประปา ทั่วประเทศยกเว้นกรุงเทพฯ,นนทบุรี และสมุทรปราการ
- ดำเนินธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องหรือ ต่อเนื่องกับธุรกิจการประปา

3.3 วัตถุประสงค์ โอกาสและข้อจำกัดของการประปาส่วนภูมิภาค

1) วัตถุประสงค์หลัก

- สำรวจ จัดหาแหล่งน้ำดิบ และจัดให้ได้มาซึ่งน้ำดิบ เพื่อใช้ในกิจการประปา
- ผลิต จัดส่ง และจำหน่ายน้ำประปาทั่วประเทศในส่วนภูมิภาค และดำเนินธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องหรือต่อเนื่องกับธุรกิจการประปา
- ให้บริการและอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการขอติดตั้งประปาให้แก่ประชาชน
- ขยายเขตจำหน่ายน้ำประปาเพื่อให้ประชาชนมีน้ำประปาใช้อย่างทั่วถึง

2) โอกาส

- สามารถให้ภาคเอกชนเข้ามาลงทุนในกิจการต่างๆ ที่เห็นว่าเป็นประโยชน์ต่อการประปาส่วนภูมิภาคเพื่อเป็นการแบ่งเบาภาระการลงทุน ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการที่รวดเร็วกว่าและเป็นไปตามนโยบายของรัฐบาล ที่ต้องการให้เอกชนมาร่วมดำเนินงานกับรัฐ
- มีฐานะเป็นรัฐวิสาหกิจ จึงได้รับความเชื่อถือจากผู้ใช้น้ำในด้านประสิทธิภาพ และคุณภาพของน้ำประปามากกว่าน้ำประปาที่ผลิตโดยเอกชนรายย่อย หรือที่ผลิตโดยประปาส่วนท้องถิ่น
- สามารถแตกแขนงกิจการได้ เช่น ก่อตั้งบริษัทร่วมลงทุนในการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด หรือขายส่งน้ำดิบให้อุตสาหกรรม เป็นต้น
- รัฐบาลให้การสนับสนุนและส่งเสริมการกระจาย อุตสาหกรรมภาคต่างๆ ไปยังส่วนภูมิภาค ทำให้มีความต้องการน้ำประปาสูงขึ้นในภูมิภาคต่างๆ
- รัฐบาลมีนโยบายในการสนับสนุนเงินงบประมาณ เพื่อการจัดหาน้ำสะอาดไปสู่ภูมิภาค และพื้นที่ชนบทเพิ่มมากขึ้น
- การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ทำให้เกิดความขยายตัวของชุมชนเมืองมากขึ้น ดังนั้น ความต้องการใช้น้ำอุปโภค บริโภค จึงเพิ่มสูงขึ้น

3) ข้อจำกัด

- พื้นที่ในความรับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาค เป็นพื้นที่ที่มีประชาชนอาศัยอยู่กระจัดกระจายและห่างไกลกัน ทำให้ต้องใช้งบประมาณในการดำเนินงานและการลงทุนในการวางท่อและสรรหาแหล่งน้ำ

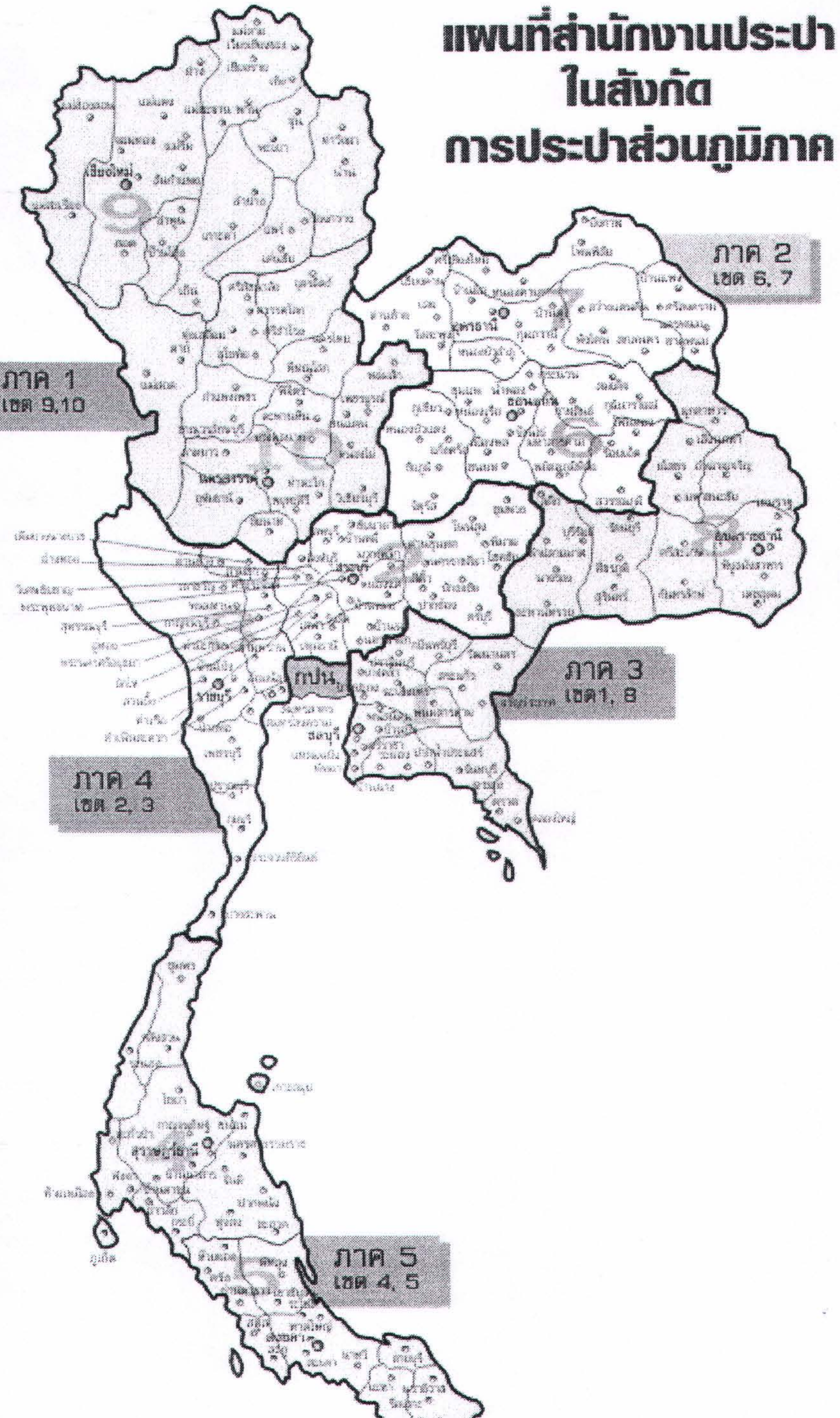
- ฐานะการเงินของ กปภ. มีขีดจำกัด ทำให้ขยายงานไม่ได้ตามความต้องการของประชาชน การอุดหนุนงบประมาณจากรัฐบาลก็ยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใช้เอกชนเข้ามาดำเนินการในบางกิจกรรม
- บุคลากรเฉพาะด้าน มีไม่เพียงพอกับการดำเนินงานตามแผน เนื่องจากอัตราค่าจ้างไม่จูงใจ มีระบบค่าตอบแทนต่ำ
- ปริมาณน้ำสูญเสียในเกณฑ์สูงเนื่องจากการปรับเปลี่ยนท่อเก่า หรือวางท่อใหม่ในชุมชนจ่ายน้ำเดิมไม่สามารถดำเนินการได้ในคราวเดียวกัน จำเป็นต้องทยอยเปลี่ยนเพื่อให้มีผลกระทบต่อผู้ใช้น้ำเดิมน้อยที่สุด กระบวนการลดน้ำสูญเสียจำเป็นต้องมีมาตรการตรวจสอบและแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นภาระหนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการประปาที่มีท่อเก่าเป็นจำนวนมากหรือมีจำนวนพนักงานไม่พอกับการบำรุงรักษาท่อจ่ายน้ำ
- อัตราค่าน้ำประปาปัจจุบันต่ำกว่าต้นทุน และยังไม่ได้รับการปรับปรุงให้เป็นไปตามปัจจัยแวดล้อมที่แท้จริง
- การดำเนินงานของการประปาส่วนภูมิภาคไม่คล่องตัว เนื่องจากมีกฎระเบียบที่ใช้ปฏิบัติเช่นเดียวกับภาคราชการ
- ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายควบคุมและจัดสรรการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ แหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน ทำให้แหล่งน้ำเหล่านั้น มีปริมาณ และคุณภาพด้อยลง รวมทั้งหายากขึ้นในอนาคต
- ประชาชนขาดความเข้าใจในงานบริการขององค์กรที่มีภารกิจสองด้าน คือ การบริการสังคมที่เน้นความผาสุกของประชาชน กับการบริการเชิงธุรกิจที่ต้องจัดการให้สามารถเลี้ยงตนเอง รวมทั้งขยายกิจการในอนาคต

3.4 การแบ่งเขตการบริหารของการประปาส่วนภูมิภาค

การประปาส่วนภูมิภาค มีภาระหน้าที่ในการผลิต จัดส่ง และจำหน่ายน้ำประปาทั่วประเทศ รวมทั้งดำเนินธุรกิจอื่น ที่เกี่ยวกับหรือต่อเนื่องกับธุรกิจประปา เพื่อประโยชน์ในการบริการสาธารณูปโภค โดยคำนึงประโยชน์ของรัฐ และ สุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นสำคัญ ปัจจุบันได้แบ่งสายการปฏิบัติงานออกเป็น 10 เขต ดูแลรับผิดชอบ สำนักงานประปาในสังกัดทั่วประเทศ ยกเว้นในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และ สมุทรปราการ และมีหน่วยบริการ ครอบคลุมเขตเทศบาล 647 แห่ง อบต. 77 แห่ง หมู่บ้าน 171 แห่ง (ปี 2544)

พื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานประปาเขต กระจายอยู่ในส่วนภูมิภาคต่าง ๆ ดังนี้

1. สำนักงานประปาเขต 1 ชลบุรี รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด คือ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง จันทบุรี ตราด สระแก้ว และปราจีนบุรี
2. สำนักงานประปาเขต 2 สระบุรี รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 8 จังหวัด คือ สระบุรี ลพบุรี สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นครนายก และนครราชสีมา
3. สำนักงานประปาเขต 3 ราชบุรี รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 8 จังหวัด คือ ราชบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร นครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์
4. สำนักงานประปาเขต 4 สุราษฎร์ธานี รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด สุราษฎร์ธานี ระนอง ชุมพร พังงา ภูเก็ต กระบี่ และนครศรีธรรมราช
5. สำนักงานประปาเขต 5 สงขลา รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด คือ สงขลา พัทลุง ตรัง สตูล ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส
6. สำนักงานประปาเขต 6 ขอนแก่น รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 5 จังหวัด คือ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และร้อยเอ็ด
7. สำนักงานประปาเขต 7 อุดรธานี รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 6 จังหวัด คือ อุดรธานี เลย หนองคาย สกลนคร นครพนม และหนองบัวลำภู
8. สำนักงานประปาเขต 8 อุบลราชธานี รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 7 จังหวัด คือ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ ยโสธร อำนาจเจริญ และมุกดาหาร
9. สำนักงานประปาเขต 9 เชียงใหม่ รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 8 จังหวัด คือ เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย พะเยา น่าน แพร่ ลำปาง และลำพูน
10. สำนักงานประปาเขต 10 นครสวรรค์ รับผิดชอบการบริการในพื้นที่ 10 จังหวัด คือ นครสวรรค์ ชัยนาท ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย พิจิตร อุตรดิตถ์ เพชรบูรณ์ อุทัยธานี และพิษณุโลก



ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาค

รูปที่ 3.1 พื้นที่การให้บริการของ กปภ. แบ่งตามเขตการบริหาร

3.5 การจัดประเภทผู้ใช้น้ำของการประปาส่วนภูมิภาค

การประปาส่วนภูมิภาค ได้แบ่งประเภทของผู้ใช้น้ำประปาออกเป็น 3 ประเภทหลัก ดังต่อไปนี้

3.5.1 ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 1: ที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ

ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 1 หมายถึงผู้ใช้น้ำดังต่อไปนี้

1. ที่อยู่อาศัย สถานที่สำหรับพักอาศัยและไม่ใช่สถานที่ประกอบธุรกิจ ได้แก่ บ้านพักเอกชน อาคารบ้านพักเพื่อการอาศัย บ้านพักราชการ อาคารบ้านพัก แฟลตของข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ อาคารแถวหรืออาคารชุดเพื่อการพักอาศัย เช่น เรือนแถวไม้ และเรือนแถวคอนกรีต ทาวเฮ้าส์ แฟลต อพาร์ทเมนท์ หอพัก คอนโดมิเนี่ยม เป็นต้น

2. ที่อยู่อาศัยอื่นๆ นอกเหนือจากข้างต้น ศาสนสถาน และกิจการสาธารณกุศล สถานที่ที่ใช้ประกอบศาสนกิจทุกศาสนา และกิจการที่ไม่มีวัตถุประสงค์ในการแสวงหากำไร ได้แก่ วัด รวมทั้งโบสถ์ สุเหร่า ศาลเจ้าและโรงเจ สำนักสงฆ์ สำนักวิปัสสนา สุสาน ฌาปนสถาน มูลนิธิเพื่อการกุศล กิจการสาธารณกุศล เช่น สถานรับเลี้ยงเด็กกำพร้า ศาสนสถานและกิจการสาธารณกุศลอื่นๆ

3. อื่นๆ ธุรกิจและการค้า ธุรกิจที่ผู้ประกอบการไม่ต้องการจดทะเบียนตามกฎหมาย ได้แก่ ธุรกิจ หรือร้านค้าเล็กๆน้อยๆ เช่น หาบเร่ แผงลอย รถเข็น เป็นต้น

3.5.2 ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 2: ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก

ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 2 หมายถึงผู้ใช้น้ำดังต่อไปนี้

1. ส่วนราชการ สถานที่สำหรับทำการของรัฐบาล หน่วยงานบริหารส่วนท้องถิ่นและนิติบุคคลที่รัฐเป็นเจ้าของ ได้แก่ สถานที่ราชการ ที่ทำการเทศบาล ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบล (สุขาภิบาลเดิม) ที่ทำการองค์การบริหารส่วนจังหวัด ส่วนราชการอื่นๆ สถานกงสุล องค์การระหว่างประเทศ

2. สถานพยาบาลและสถานบริการสาธารณสุขของรัฐ ได้แก่ โรงพยาบาล สถานีอนามัย ศูนย์สาธารณสุข สถานพักฟื้นคนชรา สถานรับเลี้ยงเด็ก สถานพยาบาลและสถานบริการสาธารณสุขอื่นๆนอกเหนือจากข้างต้น

3. สถานศึกษาของรัฐ ได้แก่ โรงเรียน วิทยาลัย รวมทั้งวิทยาลัยสงฆ์ มหาวิทยาลัย สถานศึกษาอื่นๆนอกเหนือจากข้างต้น

4. ธุรกิจและการค้าขนาดเล็ก สถานที่ประกอบธุรกิจการค้า สำนักงาน บริษัท ห้างร้าน สถานประกอบการต่างๆซึ่งผู้ประกอบการได้รับการยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่ม รวมทั้งสำนักงานทนายความ สำนักงานตรวจสอบบัญชี สำนักงานธุรกิจการขนส่ง สถานเสริมความงาม มูลนิธิที่มีวัตถุประสงค์ในการแสวงหากำไร โรงพยาบาลเอกชน คลีนิค โพลีคลีนิค สถานศึกษาเอกชน อุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ได้รับการยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่ม เช่น หัตถกรรมพื้นบ้าน ทอผ้า ทำเครื่องปั้นดินเผา แต่ไม่รวมโรงสีข้าว

3.5.3 ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 3: รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรมและธุรกิจขนาดใหญ่

ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 3 หมายถึงผู้ใช้น้ำดังต่อไปนี้

1. สถานที่ทำการของรัฐวิสาหกิจ รวมธนาคารที่เป็นรัฐวิสาหกิจ

2. อุตสาหกรรม สถานประกอบการอุตสาหกรรมที่ได้รับใบอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม และ/หรือได้รับการส่งเสริมการลงทุนจาก BOI ได้แก่ โรงน้ำแข็ง อุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกและผลิตภัณฑ์ พลาสติก อุตสาหกรรมผลิตอาหาร รวมทั้งอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมเกี่ยวกับไม้ เช่น โรงเลื่อย โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมคอนกรีต กระเบื้อง อิฐ อุตสาหกรรมการเกษตร เช่น โรงสีข้าว ไซโล โรงงานแป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น อุตสาหกรรมน้ำบรรจุขวด อุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมห้องเย็น อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมสิ่งทอและสิ่งประดิษฐ์ เช่น เสื้อผ้า เคร่องแต่งกาย รองเท้า ดอกไม้ประดิษฐ์ เป็นต้น อุตสากรรมฟอกหนัง อุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งสัตว์ปีกและสัตว์น้ำ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ เช่น โรงพิมพ์ ทำแฟ้มเอกสาร เป็นต้น

3. โรงแรมและสถานเริงรมย์ โรงแรมทั้งของเอกชนและของรัฐ บังกะโล โมเต็ล เกสท์เฮ้าส์ ที่พักนักท่องเที่ยว สถานบริการเริงรมย์ อาบอบนวด นวดแผนโบราณ โรงน้ำชา บาร์ ไนท์คลับ ดิสโกเธค ลานสะเกต โบว์ลิ่ง โรงภาพยนต์ โรงมหรสพ สนามม้า สนามมวย บ่อนการพนัน โรงบิลเลียด สมาคม สโมสร สระว่ายน้ำ สนามเทนนิส สนามกอล์ฟ สถานบริหารร่างกาย

4. ธุรกิจและการค้าขนาดใหญ่ สถานที่ประกอบธุรกิจ การค้า สำนักงาน บริษัท ห้างร้าน สถานประกอบการต่างๆที่จดทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม และที่จดทะเบียนภาษีธุรกิจเฉพาะ โรงรับจำนำ และการขายอสังหาริมทรัพย์ อาคารชุดเพื่อประกอบธุรกิจ ได้แก่ ปั๊มน้ำมัน อู่ซ่อมรถ ธุรกิจและการค้าขนาดใหญ่อื่นๆนอกเหนือจากข้างต้น รวมทั้งการขอใช้น้ำชั่วคราว ประปาขายส่ง ประปาหยอดเหรียญ น้ำท่อธาร

3.6 อัตราค่าน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

ปัจจุบันการประปาส่วนภูมิภาคได้กำหนดอัตราค่าน้ำประปา (แยกตามประเภทผู้ใช้น้ำ) ทั้งหมด 3 แบบด้วยกัน (ท้ายข้อบังคับฯ ฉบับที่ 14 พ.ศ. 2551) ดังต่อไปนี้

แบบที่ 1 อัตราค่าน้ำประปาหมายเลข 1 สำหรับทุกๆสำนักงานประปา (ยกเว้นสำนักงานประปาเกาะสมุย และสำนักงานประปาภูเก็ต) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตาราง 3.1 อัตราค่าน้ำประปาหมายเลข 1

ช่วงการใช้น้ำ (ลบ.ม./เดือน)	ประเภทผู้ใช้น้ำ (User Types)					
	ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ		ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก		รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และธุรกิจขนาดใหญ่	
	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร
	อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 50 บาท		อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 100 บาท		อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 200 บาท	
0-10	10.20	1.020	11.45	1.145	12.50	1.250
11-20	10.95	1.095	14.20	1.420	15.50	1.550
21-30	13.20	1.320	15.45	1.545	18.50	1.850
31-50	15.20	1.520	16.45	1.645	21.50	2.150
51-80	16.45	1.645	16.85	1.685	23.50	2.350
81-100	16.95	1.695	16.95	1.695	23.75	2.375
101-300	-	-	17.05	1.705	24.00	2.400
301-1,000	-	-	17.15	1.715	24.25	2.425
1,001-2,000	-	-	17.25	1.725	24.00	2.400
2,001-3,000	-	-	17.35	1.735	23.75	2.375
>3,000	-	-	17.45	1.745	23.50	2.350

หมายเหตุ:

1. เริ่มทยอยปรับอัตราค่าน้ำประปาสำหรับหน่วยน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ 2551
2. ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 1 ที่อยู่อาศัย หากเดือนใดใช้น้ำมากกว่า 100 ลบ.ม./เดือน ให้คิดอัตราค่าน้ำประปาเท่ากับผู้ใช้น้ำประเภทที่ 2 ณ เวลานั้น

แบบที่ 2 อัตราค่าน้ำประปาหมายเลข 2 สำหรับสำนักงานประปาเกาะสมุย ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อัตราค่าน้ำประปาหมายเลข 2

ช่วงการใช้น้ำ (ลบ.ม./เดือน)	ประเภทผู้ใช้น้ำ (User Types)					
	ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ		ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก		รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรมและธุรกิจขนาดใหญ่	
	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร
	อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 50 บาท		อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 100 บาท		อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 200 บาท	
0-10	7.75	0.775	9.00	0.900	11.00	1.100
11-20	8.50	0.850	11.75	1.175	15.00	1.500
21-30	10.75	1.075	13.00	1.300	20.00	2.000
31-50	12.75	1.275	14.00	1.400	24.00	2.400
51-80	14.00	1.400	14.40	1.440	28.00	2.800
81-100	14.50	1.450	14.50	1.450	29.00	2.900
101-300	-	-	21.00	2.100	31.00	3.100
301-1,000	-	-	21.00	2.100	32.00	3.200
1,001-2,000	-	-	21.00	2.100	32.00	3.200
2,001-3,000	-	-	21.00	2.100	32.00	3.200
>3,000	-	-	21.00	2.100	32.00	3.200

หมายเหตุ:

1. ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 1 ที่อยู่อาศัย หากเดือนใดใช้น้ำมากกว่า 100 ลบ.ม./เดือนให้คิดอัตราค่าน้ำประปาเท่ากับผู้ใช้น้ำประเภทที่ 2 ณ เวลานั้น

แบบที่ 3 อัตราค่าน้ำประปาหมายเลข 3 สำหรับสำนักงานประปาภูเก็ต ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 อัตราค่าน้ำประปาหมายเลข 3

ช่วงการใช้น้ำ (ลบ.ม./เดือน)	ประเภทผู้ใช้น้ำ (User Types)					
	ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ		ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก		รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และธุรกิจขนาดใหญ่	
	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร	(บ./ลบ.ม.)	สต./ลิตร
	อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 50 บาท		อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 100 บาท		อัตราค่าน้ำประปาขั้นต่ำ 200 บาท	
0-10	7.75	0.775	9.00	0.900	13.00	1.300
11-20	8.50	0.850	11.75	1.175	17.00	1.700
21-30	10.75	1.075	13.00	1.300	21.00	2.100
31-50	12.75	1.275	14.00	1.400	26.00	2.600
51-80	14.00	1.400	14.40	1.440	29.00	2.900
81-100	14.50	1.450	14.50	1.450	30.00	3.000
101-300	-	-	22.25	2.225	31.00	3.100
>301	-	-	-	-	32.25	3.225

หมายเหตุ:

1. ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 1 หากเดือนใดใช้น้ำเกิน 100 ลบ.ม./เดือน ให้คิดอัตราค่าน้ำประปาเท่ากับผู้ใช้น้ำประเภทที่ 2
2. ผู้ใช้น้ำประเภทที่ 2 หากเดือนใดใช้น้ำเกิน 300 ลบ.ม./เดือน ให้คิดอัตราค่าน้ำประปาเท่ากับผู้ใช้น้ำประเภทที่ 3

3.7 แหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

3.7.1 ลุ่มน้ำหลัก

คณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ ได้แบ่งพื้นที่ประเทศไทยออกเป็นกลุ่มลุ่มน้ำ 9 แห่ง ประกอบด้วย ลุ่มน้ำสำคัญ 25 ลุ่มน้ำ และแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำย่อย 254 ลุ่มน้ำย่อย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งประเทศประมาณ 511,361 ตารางกิโลเมตร (ยังไม่รวมพื้นที่เกาะต่างๆ ยกเว้นเกาะภูเก็ต)

กลุ่มลุ่มน้ำ 9 แห่ง ได้แก่

1. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง
2. กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน
3. กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา – ท่าจีน
4. กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง
5. กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง
6. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก
7. กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก
8. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก (ฝั่งอ่าวไทย)
9. กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ฝั่งทะเลอันดามัน)

โดยมีรายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำรวม(ตารางกิโลเมตร) ชื่อลุ่มน้ำหลัก และจำนวนลุ่มน้ำสาขา ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย

กลุ่มลุ่มน้ำหลัก	พื้นที่รวม (ตร.กม.)	ชื่อลุ่มน้ำหลัก	จำนวนลุ่มน้ำสาขา
กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำโขง	188,645	ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำกก ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล ลุ่มน้ำโตนเลสาบ	95
กลุ่มลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำสาละวิน	17,918	ลุ่มน้ำสาละวิน	17
กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา – ท่าจีน	157,925	ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำท่าจีน	70
กลุ่มลุ่มน้ำแม่กลอง	30,836	ลุ่มน้ำแม่กลอง	11

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) ลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย

กลุ่มลุ่มน้ำหลัก	พื้นที่รวม (ตร.กม.)	ชื่อลุ่มน้ำหลัก	จำนวนลุ่มน้ำสาขา
กลุ่มลุ่มน้ำบางปะกง	18,458	ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำบางปะกง	8
กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก	13,829	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	6
กลุ่มลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	12,347	ลุ่มน้ำเพชรบุรี ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก (ประจวบคีรีขันธ์)	8
กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก (ฝั่งอ่าวไทย)	50,930	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งตะวันออก ลุ่มน้ำตาปี ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำปัตตานี	
กลุ่มลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ฝั่งทะเลอันดามัน)	20,473	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งตะวันตก	
รวม	**511,361**	**25 ลุ่มน้ำหลัก**	**254**

3.7.2 แหล่งน้ำดิบ

การคัดเลือกน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ชนิด คือ ปริมาณการใช้น้ำ และคุณภาพของแหล่งน้ำดิบ แหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปาโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่

1) น้ำผิวดิน

น้ำผิวดิน คือ น้ำที่ไหลหรือกักเก็บบนผิวดิน น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำที่พบได้ทั่วไปและสะดวกต่อการนำมาใช้เพื่อการผลิตน้ำประปา ยกตัวอย่างเช่น น้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในทะเลสาบน้ำจืด เป็นต้น คุณภาพของแหล่งน้ำประเภทนี้มีค่าดีพอประมาณเมื่อเทียบกับแหล่งน้ำประเภทอื่นๆ แต่อาจมีการปนเปื้อนสารมลพิษจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ได้ง่าย

2) **น้ำใต้ดิน**

น้ำใต้ดิน คือ น้ำที่ไหลหรือกักเก็บอยู่ใต้ผิวดิน ในการนำมาใช้งานต้องทำการขุดเจาะและสูบน้ำบาดาลขึ้นมา โดยทั่วไปคุณภาพของน้ำใต้ดินมีค่าดีถึงดีมาก ดังนั้นในบางพื้นที่น้ำใต้ดินสามารถสูบขึ้นมาและนำไปใช้ได้ทันทีหรือผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพียงเล็กน้อยก่อนนำไปใช้บริโภค แต่คุณภาพของน้ำใต้ดินยังขึ้นอยู่กับบริเวณที่ทำการขุดเจาะด้วย ข้อจำกัดของแหล่งน้ำประเภทนี้คือจะสามารถหาและทำการขุดเจาะเพื่อนำมาใช้ในบางพื้นที่เท่านั้น อย่างไรก็ดีแหล่งน้ำประเภทนี้ถือได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณมากที่สุดรองจากมหาสมุทร

3) **น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว**

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว คือ น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีคุณภาพน้ำดีพอ ไม่มีสารมลพิษเจือปน เช่น โลหะหนัก เป็นต้น แต่โดยทั่วไปแล้วไม่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเพื่อการผลิตน้ำประปา ยกเว้นแต่ในกรณีที่ทรัพยากรน้ำในบริเวณนั้นมีจำนวนจำกัดมาก แต่อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันได้มีการนำน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วกลับมาใช้ในการผลิตน้ำประปามากขึ้นเพื่อการหมุนเวียนและนำกลับมาใช้ใหม่ของทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า

4) **น้ำเค็ม**

น้ำเค็ม คือ น้ำที่มาจากแหล่งน้ำทะเลและทะเลสาบน้ำเค็ม แหล่งน้ำชนิดนี้สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำประปาได้เช่นเดียวกัน แต่จะมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบและใช้พลังงานในการเดินระบบสูงมากเพื่อที่จะผลิตเป็นน้ำประปา ระบบชนิดนี้มักจะมีการใช้งานตามสิ่งที่ปลูกสร้างในทะเล หรือ เรือเดินสมุทร เป็นต้น

ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างน้ำผิวดินและน้ำบาดาล คือ น้ำผิวดิน แม้บางแห่งจะมีความขุ่นสูง แต่ปริมาณแร่ธาตุที่ละลายปนอยู่จะมีน้อย ในขณะที่น้ำบาดาลแม้จะใส แต่มีปริมาณแร่ธาตุที่ละลายปนอยู่สูง เนื่องจากผ่านการละลายแร่ธาตุต่างๆที่มีอยู่ในชั้นใต้ดินแล้ว โดยวิธีการปกติที่ใช้แยกประเภทน้ำผิวดินและน้ำบาดาล คือ วัดปริมาณสารละลายน้ำ ซึ่งปกติน้ำผิวดินจะมีปริมาณสารละลายน้ำประมาณ 100-150 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ขณะที่น้ำบาดาลจะมีตั้งแต่ 300 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตรขึ้นไป

3.8 เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา

กระบวนการผลิตน้ำประปา มีเทคโนโลยีการผลิตที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน และยังมีการลงทุนสูง เพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาดและเป็นไปตามมาตรฐานที่ต้องการ โดยทั่วไป ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากการเลือกแหล่งน้ำที่สะอาดเพื่อมาผลิตน้ำประปา คือ จะต้องไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในการเลือกแหล่งน้ำประปา จากนั้น น้ำจากแหล่งน้ำจะถูกส่งเข้ามาในระบบการผลิต ซึ่งต้องผ่านกระบวนการเติมอากาศ การเติมสารเคมีเพื่อสร้างและรวมตะกอน การตกตะกอน การกรอง และการเติมคลอรีนหรือการฆ่าเชื้อโรค หลังจากนั้นน้ำสะอาดจะนำไปเก็บไว้ในถังน้ำใส และหอถังสูง แล้วจึงส่งแจกจ่ายให้กับประชาชนต่อไป

3.8.1 กระบวนการผลิตน้ำประปาแบบธรรมดา (Conventional processes)

1) กระบวนการแอเรชันและดีแอเรชัน (Aeration and Deaeration)

แอเรชันและดีแอเรชัน เป็นการปรับปรุงลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ โดยการเพิ่ม(แอเรชัน, Aeration) และลด (ดีแอเรชัน, Deaeration) สารที่ระเหยกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิเหมาะสม (สารโวลาไทล์, Volatile) แอเรชันและดีแอเรชัน จะใช้อุปกรณ์ชนิดเดียวกัน มีกรรมวิธีที่ง่ายและไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ในระบบประปานิยมใช้ในการกำจัดก๊าซในน้ำต่างๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซัลไฟด์ (H_2S) แอมโมเนีย (NH_3) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการเติมออกซิเจนเพื่อช่วยในการกำจัดเหล็กและแมงกานีส การเติมคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อลดพีเอช และป้องกันการตกผลึกของหินปูน โดยมากในระบบบำบัดน้ำเสียมักใช้การเติมออกซิเจนให้กับน้ำ (มั่นสิน, 2537)

- **อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำแอเรชันและดีแอเรเช้น** (Aerator & Deaerator) ก๊าซที่ละลายน้ำได้หลายชนิดอาจมีสมบัติกัดกร่อนโลหะ หรือการปรับสภาวะน้ำให้เหมาะสมกับการเกิดแอเรชัน หรือดีแอเรชัน มักทำให้น้ำเป็นกรดหรือด่าง อุปกรณ์แอเรเตอร์และดีแอเรเตอร์ จึงต้องทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อนได้ดี โดยสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ที่มีการประยุกต์ใช้กันในปัจจุบัน ดังนี้ อุปกรณ์ประเภทน้ำตก โดยอุปกรณ์ชนิดนี้ใช้การสร้างละอองน้ำเพื่อการเคลื่อนย้ายก๊าซ ตัวอย่างของอุปกรณ์ประเภทนี้ได้แก่ Spray aerator, Cascade aerator, Tray aerator ปกติอุปกรณ์ชนิดนี้จะใช้กับน้ำดีมากกว่าน้ำเสีย เช่น เปลี่ยนเหล็กในรูปเฟอรัสเป็นเฟอริค หรือกำจัด CO_2 เป็นต้น หรือ อุปกรณ์ประเภทฟองอากาศ (Diffused Air Types) อุปกรณ์ชนิดนี้ใช้การสร้างฟองอากาศ เพื่อใช้ทำแอเรชันแบบเป่าลม โดยนิยมใช้การเป่าลมผ่านท่อเจาะรู หรือหัว

กระจายลม (Diffuser) ซึ่งอยู่ในหรือใต้น้ำเพื่อใช้เติมอากาศหรือออกซิเจนให้กับน้ำเสีย นอกจากนี้ยังมีประยุกต์ใช้อุปกรณ์แบบโปรยน้ำ (Spray aerator) และแบบถาด (Tray aerator) อีกด้วย

- **อุปกรณ์แบบถาด** (Tray Aerator) มีลักษณะคล้ายกับแบบโปรยน้ำ แต่กินเนื้อที่น้อยกว่า ทั้งนี้เพราะสามารถเพิ่มเวลาสัมผัสและพื้นที่สัมผัส โดยการโปรยน้ำให้ไหลผ่านชั้นตัวกลาง ซึ่งอยู่ในถาดหลายๆชั้นวัสดุที่ใช้เป็นตัวกลางมีหลายชนิดเช่น ถ่านโค้ก (Coke) ถ่านไม้เป็นต้น ค่าแนะนำที่ใช้ในการออกแบบมีดังนี้

- **อุปกรณ์แอเรเตอร์ประเภทฟองอากาศ** (Diffused Air Aerator) ประกอบด้วยถังบรรจุน้ำที่ต้องการแอเรต และ ดีแอเรต และระบบเปล่าอากาศที่สามารถสร้างฟองอากาศขนาดเล็กได้โดยใช้เครื่องเป่าลม (Air Blower) และหัวฉีดลม (Air Diffuser) หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบมีดังนี้

- **อุปกรณ์ไล่อากาศ** (Deareators) โดยทั่วไปจะมีลักษณะคล้ายกับอุปกรณ์แอเรเตอร์ดังที่กล่าวถึงข้างต้น โดยที่การประยุกต์ใช้นั้นจะขึ้นกับลักษณะของเฟสก๊าซที่เกี่ยวข้องที่สามารถกลายเป็นไอได้ง่าย และละลายน้ำได้ต่ำ ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศให้กับเฟสของเหลว จึงเกิดความปั่นป่วนและการละลายของอากาศแทนที่ภายในของเหลว และเกิดการไล่ก๊าซในที่สุด

2) <u>กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)</u>

แหล่งน้ำดิบที่ได้มาจากน้ำผิวดินจัดเป็นน้ำที่มีความขุ่น โดยมีสาเหตุมาจากอนุภาคขนาดเล็กที่เรียกว่าอนุภาคคอลลอยด์ (Colloidal Particle) อนุภาคคอลลอยด์สามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานานและมีเสถียรภาพสูง เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็ก (10^{-3} ไมครอน -1 ไมครอน) ทำให้น้ำหนักของอนุภาคมีความสำคัญน้อยกว่าพื้นที่ผิว อนุภาคจะไม่สามารถตกตะกอนได้ด้วยน้ำหนักของตัวเองในระยะเวลาอันจำกัด กระบวนการโคแอกกูเลชัน มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดอนุภาคคอลลอยด์ โดยทำให้อนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ รวมตัวและจับกันเป็นฟล๊อคโดยมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ (Destabilization) ด้วยการเติมสารเคมี และ 2) การทำให้คอลลอยด์ต่าง ๆ ที่ถูกทำลายเสถียรภาพแล้ว มารวมตัวกันด้วยกระบวนการทางกายภาพ

- **พฤติกรรมของคอลลอยด์**

การที่อนุภาคคอลลอยด์สามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานาน โดยไม่ตกตะกอน เนื่องจากคอลลอยด์มีเสถียรภาพสูง อนุภาคคอลลอยด์ที่พบส่วนใหญ่ในงานด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมมักจะเป็นอนุภาคไฮโดรโฟบิค (Hydrophobic) ประจุลบบนอนุภาค

คอลลอยด์ จะทำให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคเป็นสาเหตุให้อนุภาคคอลลอยด์กระจายอยู่ในน้ำโดยไม่รวมตัวกัน

- Electric Double Layer Theory

ทฤษฎีที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของคอลลอยด์ คือ Electric Double Layer Theory พิจารณาอนุภาคประจุลบ 1 อนุภาค ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากประจุลบบนอนุภาคนี้ เรียกว่า Nernst Potential ไอออนประจุบวกในน้ำจะมาสะสมอยู่บริเวณผิวของอนุภาค ไอออนประจุบวกนี้ เรียกว่า Counter ion ความหนาแน่นของไอออนประจุบวก จะสูงสุดบริเวณที่ติดกับอนุภาคคอลลอยด์ และลดลงไปตามระยะห่างจากอนุภาค ไอออนที่อยู่ติดกับอนุภาคคอลลอยด์มีลักษณะคล้ายเปลือกของอนุภาคนี้ เรียกว่า Stern layer ความหนาของ Stern layer จะมีค่าเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของไอออน ด้านนอกของ Stern layer เรียกว่า Diffuse layer (ชั้นกระจาย) ศักย์ไฟฟ้าในชั้นกระจายจะลดลงตามระยะห่างจากผิวคอลลอยด์ตามลำดับจนมีค่าเท่ากับศูนย์ศักย์ไฟฟ้าบนผิวของคอลลอยด์ หรือ Nernst Potential ไม่สามารถวัดได้โดยตรง เนื่องจากอนุภาคคอลลอยด์ จะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับ Counter ion และ ไอออนที่อยู่ในชั้นกระจายบางส่วน ในทางปฏิบัติการวัดศักย์ไฟฟ้าจะทำการวัดโดยให้อนุภาคเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electrophoretic Mobility) ค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้เรียกว่า ซีตาโพเทนเชียล (Zeta potential, Z_p) หมายถึงศักย์ไฟฟ้าที่ผิวนอกสุดของน้ำที่เคลื่อนที่ไปกับอนุภาคคอลลอยด์ ซีตาโพเทนเชียลเป็นพารามิเตอร์ที่บอกถึงระดับของเสถียรภาพของคอลลอยด์ ระบบคอลลอยด์ที่มีเสถียรภาพสูงจะมีค่าซีตาโพเทนเชียลสูง

- **การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์**

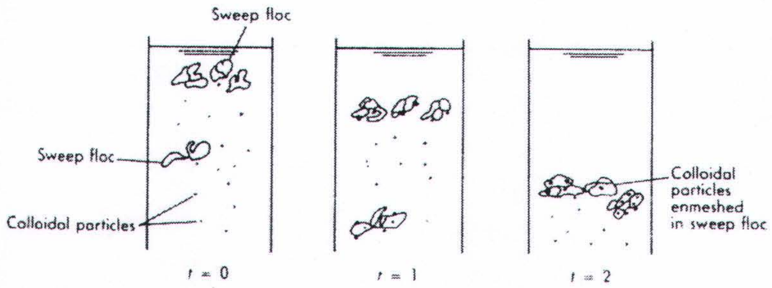
การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าศักย์ไฟฟ้า หรือซีตาโพเทนเชียลบนอนุภาคคอลลอยด์ เพื่อให้คอลลอยด์มีเสถียรภาพลดลง อนุภาคเคมีประกอบด้วยกลไกต่างๆ หลายกลไกดังต่อไปนี้

- การลดความหนาของชั้นกระจาย (Layer Diffuser) เป็นการเพิ่มจำนวนไอออนในน้ำจะทำให้ปริมาณ Counter ion ในชั้นกระจายเพิ่มขึ้น ชั้นกระจายจะมีความหนาลดลง และซีตาโพเทนเชียลจะมีค่าลดลง โดยที่ความเข้มข้นเท่ากันไอออนประจุ 3+ เช่น Al^{3+} จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าไอออนประจุ 2+ เช่น Ca^{2+} และ ไอออนประจุ 1+ เช่น Na^{+} ในสัดส่วน1000 : 100 : 1

- การทำลายอำนาจประจุของอนุภาคคอลลอยด์ด้วยการดูดติดผิวของประจุบวก (Adsorption and Charge Neutralization) ในการนี้ สารเคมีบางหมู่สามารถดูดติดบนผิวของอนุภาคคอลลอยด์ได้ ถ้าสารเคมีนั้นมีประจุบวกก็จะทำลายอำนาจประจุลบบนอนุภาคคอลลอยด์ได้ กลไกนี้ใช้สารเคมีน้อยกว่ากลไกแบบแรก โดยปริมาณสารเคมีที่ใช้จะแปรตามความ

เข้มข้นของอนุภาคคอลลอยด์ และในกรณีที่เติมสารเคมีมากเกินไปจะทำให้ประจุคอลลอยด์กลับเป็นประจุตรงกันข้าม (Charge reversal) หรือในที่นี้คือเป็นประจุบวก และเป็นผลให้คอลลอยด์กลับมามีเสถียรภาพอีกครั้ง

- การจับอนุภาคคอลลอยด์ไว้ในผลึกสารประกอบ (Sweep Floc Coagulation) เป็นการเติมสารประกอบเกลือของโลหะบางชนิดในปริมาณที่มากเพียงพอจะเกิดการตกผลึกขึ้นอย่างรวดเร็ว อนุภาคคอลลอยด์จะทำหน้าที่เป็นแกนในของผลึกหรือรวมตัวกันกับผลึก เพิ่มขนาดและน้ำหนัก เป็นการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ แสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กระบวนการ Sweep Floc

โดยทั่วไป สารเคมีหรือโคแอกกูแลนท์ที่นิยมใช้ได้แก่ สารส้ม) $Al_2\ (SO_4)_3$) และสารประกอบเหล็กเช่น $FeCl_3$ ซึ่งจะตกผลึก $Al\ (OH)_3$ และ $Fe\ (OH)_3$ ตามลำดับ นอกจากนี้กลไกการทำลายเสถียรภาพแบบนี้ค่าพีเอชจะมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพเนื่องจากความสามารถในการตกผลึกของสารจะขึ้นอยู่กับพีเอช ปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับกลไกนี้จะใช้ในปริมาณมากกว่ากลไกที่ 2 และแปรผกผันกับความเข้มข้นของคอลลอยด์

- **สารเคมีที่นิยมใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน**

สารส้ม $Al_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$) และสารประกอบเหล็ก ได้แก่ $FeCl_3$ และ $FeSO_4$ เป็นโคแอกกูแลนท์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด เมื่อสารส้มและสารประกอบเหล็กละลายน้ำจะแตกตัวได้ไอออนบวกและลบ ดังสมการ

$$Al_2\ (SO_4)_3 \rightarrow 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} \quad (3\text{-}1)$$

$$FeCl_3 \rightarrow Fe^{3+} + 3Cl^{-} \quad (3\text{-}2)$$

ทั้งนี้ Al^{3+} และ Fe^{3+} จะมีคุณสมบัติเป็นกรดและจะทำปฏิกิริยากับ OH^- เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน Hydroxo-metal complex โดยในสภาวะปกติจะเกิดสารประกอบเชิงซ้อน 4 ชนิด คือ Al^{3+}, $Al(OH)^{2+}$, $Al_8(OH)_{20}^{+4}$ และ $Al(OH)_4^-$ ไอออนสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นสามารถ

ดูดติดผิวของอนุภาคคอลลอยด์และหักล้างประจุได้ โดยพีเอชจะเป็นปัจจัยในการกำหนดสัดส่วนของชนิดของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้น โดยฟล๊อคสารส้มที่มีพีเอชเป็นกรดหรือเป็นกลางจะมีประจุบวกและจะมีประจุลบเมื่อพีเอชเป็นด่าง ดังนั้นการทำโคแอกกูเลชันด้วยสารส้มจึงควรทำในน้ำที่มีค่าพีเอชเป็นกลางหรือกรดเล็กน้อย

- **ประเภทและชนิดของถังกวนเร็วและถังกวนช้า**

จากกลไกการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ที่กล่าวถึงข้างต้น กล่าวได้ว่าเพื่อแยกอนุภาคดังกล่าวออกจากเฟสน้ำเพื่อให้ได้น้ำประปาที่มีค่าความขุ่นลดลงนั้น มีความจำเป็นต้องประยุกต์ใช้ขั้นตอนในการกวนผสม (Mixing) 2 ขั้นตอนด้วยกัน ได้แก่ การกวนเร็ว (Rapid mixing) และการกวนช้า (Slow mixing) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อการผสมสารเคมีกับเฟสน้ำสำหรับการทำลายเสถียรภาพคอลลอยด์ และการสร้างฟล็อคที่มีขนาดใหญ่เพื่อให้ง่ายต่อการแยกออกจากเฟสน้ำในที่สุด ตามลำดับ

- อุปกรณ์กวนเร็ว (Rapid mixing devices) โดยทั่วไป นิยมใช้อุปกรณ์แบบที่ใช้ใบพัด เช่น ใบพัดแบบเทอร์ไบน์ (Turbine) ใบพัดแบบใบพัดเรือ (Propeller) ใบพัดแบบใบพายหรือใบแบน (Paddle) เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีอุปกรณ์กวนเร็วที่ไม่ใช้ใบพัด อาทิ อุปกรณ์แบบ Hydraulic Jump หรือแบบเวียร์ และแบบ Static Mixer ซึ่งทำเป็นเกลียวติดอยู่ภายในท่อ ทำให้น้ำที่ไหลผ่านมีความปั่นป่วนได้เอง หรือใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า In-Line Blender ซึ่งเป็นเครื่องบดแบบที่มีความเร็วสูง รวมไปถึงการประยุกต์ใช้ฟองอากาศในการกวนผสม (Air bubble mixing system)

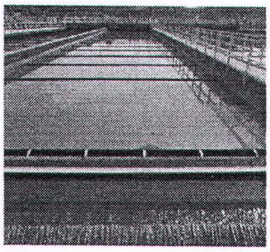
- อุปกรณ์กวนช้า (Slow mixing device) ในทางปฏิบัติ ประเภทใบพัดต่างๆ 3 แบบ คือ แบบใบพาย (Paddle and Reels) แบบเทอร์ไบน์ (Turbine) และแบบใบพัด (Propeller) เช่นเดียวกับที่ใช้ในกวนเร็ว รวมไปถึงประเภทแผ่นกั้นน้ำ (Baffled Flocculator) ถังกวนน้ำประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องกวนน้ำ ใช้การบังคับให้น้ำไหลกวน และคดเคียวไปมาด้วยแผ่นกั้นน้ำ ก็สามารถสร้างความปั่นป่วน ให้กับน้ำได้อย่างพอเพียงที่จะเกิดฟล้อคคูเลชันได้ โดยมีแผ่นกั้นน้ำมี 2 ประเภทคือบังคับน้ำไหลในแนวระนาบ และบังคับให้น้ำไหลในแนวดิ่ง

3) <u>การตกตะกอน (Sedimentation)</u>

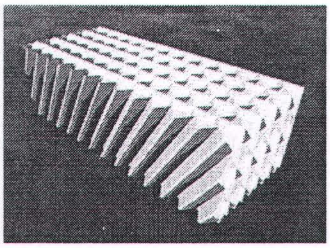
- **ประเภทของถังตกตะกอน**

โดยทั่วไป ประเภทของถังตกตะกอนแบ่งออกได้เป็นชนิดต่างๆ ได้แก่ ถังตกตะกอนแบบธรรมดา ซึ่งสามารถแบ่งตามทิศทางการไหลได้เป็นแบบไหลในแนวนอนและในแนวดิ่ง (รูปที่ 3.3) ถังตกตะกอนแบบท่อ ซึ่งมีการสอดแผ่นหรือท่อต่างๆเข้าไปในถังตกตะกอนจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของถังตกตะกอน เนื่องจากระยะทางหรือความลึกในการตกตะกอนลดลง (รูปที่ 3.4) และถังตกตะกอนแบบโซลิดซ์คอนแทคท์ ซึ่งเป็นถังตกตะกอนที่รวมกระบวนการ

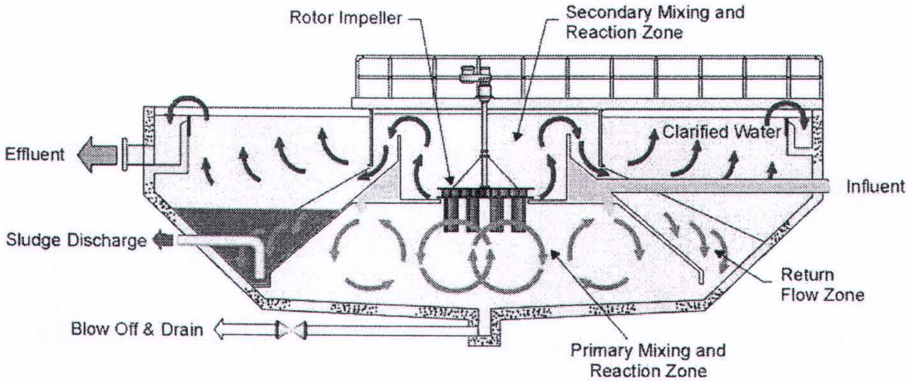
โคแอก-กูเลชันไว้อยู่ภายในถังเดียวกัน สามารถแบ่งได้เป็นสองชนิดคือ ถังตกตะกอนแบบ โซลิดซ์คอนแทคท์แบบหมุนเวียนสลัดจ์ (Sludge Recirculation) และถังตกตะกอนแบบโซลิดซ์คอนแทคท์แบบมีชั้นสลัดจ์ (Sludge Blanket) ถังตกตะกอนแบบโซลิดซ์คอนแทคท์นิยมใช้กับกระบวนการกำจัดความกระด้างด้วยปูนขาว-โซดาแอช เป็นระบบที่มีค่าใช่จ่ายในการควบคุมดูแลรักษาต่ำและสามารถใช้กับอัตราน้ำล้นผิวสูงกว่าถังตกตะกอนแบบธรรมดา (รูปที่ 3.5)



รูปที่ 3.3 ถังตกตะกอนแบบธรรมดา



รูปที่ 3.4 ถังตกตะกอนแบบท่อ (Tube Settler)



รูปที่ 3.5 ถังตกตะกอนแบบโซลิดซ์คอนแทคท์ (Solid Contact Clarifier)

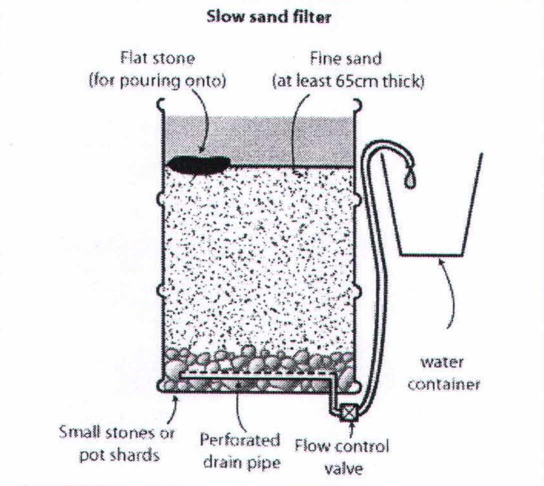
4) **<u>การกรองน้ำ</u>** <u>(Filtration)</u>

การกรองน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดตะกอนแขวนลอยในน้ำ ในกระบวนการทำน้ำสะอาดจะใช้การกรองน้ำในการกำจัดอนุภาคแขวนลอยต่างๆ ที่ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยถังตกตะกอน ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย จะใช้การกรองน้ำสำหรับกรองน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่สองแล้วในกรณีที่ต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง เช่นในกรณีที่ต้องการนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่

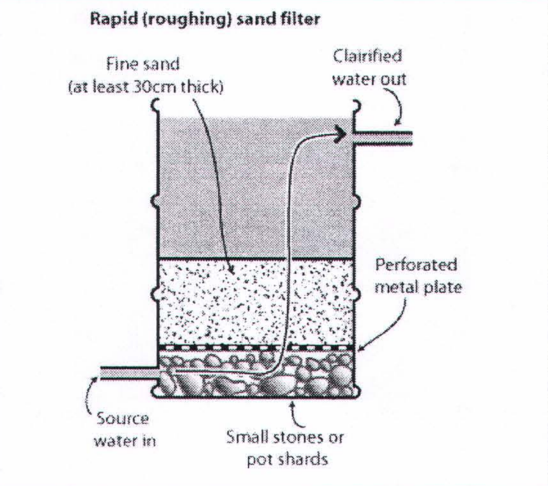
การกรองน้ำเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ การกรองแบบติดผิวชั้นกรอง (Surface Filtration) และการกรองแบบติดค้างในชั้นกรอง (In-Depth Filtration) การกรองแบบติดผิวชั้นกรองตะกอนแขวนลอยหรือความขุ่นจะถูกดักจับและติดค้างบนผิวของสารกรอง

- **ประเภทของเครื่องกรองน้ำ**

ประเภทของเครื่องกรองน้ำแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดหลักๆ คือ 1) เครื่องกรองทรายแบบกรองช้า (Slow sand filter) และ 2) เครื่องกรองทรายแบบกรองเร็ว (Rapid sand filter) สำหรับเครื่องกรองทรายแบบกรองช้า (รูปที่ 3.6) จะกรองน้ำด้วยอัตราต่ำ 2-5 ลิตร/ตารางเมตร/นาที หรือ 20-30 เมตรต่อวัน (การสูญเสียเฮด (Head) เกิดขึ้นน้อย การกรองช้าสามารถกำจัดความขุ่นได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอน ดังนั้นน้ำที่จะเข้าเครื่องกรองช้าจึงไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันและตกตะกอน เป็นระบบที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องกลน้อยแต่ต้องใช้พื้นที่มาก เหมาะสมที่จะใช้สำหรับชนบท เนื่องจากมีพื้นที่ดินจำนวนมากและราคาของที่ดินไม่แพง (จึงไม่นิยมใช้ในการผลิตน้ำประปา) นอกจากนี้ เครื่องกรองช้าสามารถกรองน้ำได้ดีเมื่อน้ำดิบมีความขุ่นต่ำ



รูปที่ 3.6 เครื่องกรองทรายแบบกรองช้า (Slow sand filter)



รูปที่ 3.7 เครื่องกรองทรายแบบกรองเร็ว (Rapid sand filter)

ทั้งนี้ ในกระบวนการผลิตน้ำประปามักนิยมใช้เครื่องกรองทรายแบบกรองเร็ว (รูปที่ 3.6) สามารถกรองน้ำในอัตราตั้งแต่ 4-50 เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าเครื่องกรองช้าหลายสิบเท่า การกรองเร็วสามารถทำได้สองลักษณะ คือ การกรองโดยตรง (Direct Filtration) เป็นการกรองน้ำที่ไม่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันและตกตะกอน การกรองโดยตรงอาจเติมสารเคมีให้กับน้ำก่อนเข้าเครื่องหรือไม่ก็ได้ และการกรองน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันและตกตะกอนมาแล้ว โดยกลไกของการกรองน้ำในเครื่องกรองทรายแบบกรองเร็วจะประกอบด้วย การตกตะกอน (Sedimentation) การติดค้างในช่องว่าง (Mechanical straining) การดูดติดผิว ทำลายประจุ และการเกิดฟล๊อค ในระหว่างที่อนุภาคเคลื่อนที่ผ่านชั้นกรอง

5) **การฆ่าเชื้อโรค** (Disinfection)

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำจัดเป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายในการผลิตน้ำประปา และมีวัตถุประสงค์เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ โดยสารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคจะรวมเรียกว่า Disinfectants ได้แก่ ก๊าซคลอรีน หรือสารประกอบคลอรีนชนิดต่าง ๆ โอโซน และการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต (UV)

- **การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน หรือการคลอริเนชัน** (Chlorination)

หมายถึงการเติมคลอรีน หรือสารประกอบคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค และป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค สารประกอบคลอรีนที่นิยมใช้ได้แก่ คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) และสารประกอบไฮโปคลอไรต์ นอกจากวัตถุประสงค์โดยตรงในการฆ่าเชื้อโรค แล้วการเติมคลอรีนยังมีประโยชน์ในการออกซิไดซ์ เหล็ก แมงกานีส และไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดสีและกลิ่น ทำลายสารอินทรีย์ ควบคุมปริมาณสาหร่าย และช่วยให้การตกตะกอนเกิดได้ดีขึ้น แต่การเติมคลอรีนอาจมีผลเสียคือ ทำให้เกิดสีและกลิ่นของฟีนอล และสารอินทรีย์ในน้ำประปา และอาจทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำประปาเกิดเป็นสารประกอบ (Disinfection by products) ที่เป็นอันตรายได้ โดยในทางทฤษฎีปฏิกิริยาของคลอรีนในน้ำ เมื่อเติมคลอรีนหรือสารประกอบคลอรีนลงไปในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสดังสมการต่อไปนี้

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + H^+ + Cl^- \quad ; K = 4 \times 10^{-4} \quad (3\text{-}3)$$

$$HOCl \rightarrow H^+ + OCl^- \quad ; K_a = 2.7 \times 10^{-8} \quad (3\text{-}4)$$

ในกรณีที่น้ำมีแอมโมเนีย สารประกอบคลอรีนจะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย ทำให้เกิดสารประกอบโมโนคลอรามีน (NH_2Cl) ไดคลอรามีน ($NHCl_2$) และไตรคลอรามีน (NCl_3) โดยอัตราส่วนของสารประกอบคลอรามีนแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับปริมาณคลอรีน ปริมาณแอมโมเนีย และพีเอช สารประกอบคลอรามีนที่เกิดขึ้น รวมเรียกว่า Combined Chlorine ซึ่งมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคต่ำกว่าคลอรีนอิสระมาก แต่สามารถคงตัวอยู่ได้นานกว่าคลอรีนอิสระ จึงเหมาะที่จะใช้ในระบบท่อส่งน้ำ โดยที่ปัจจัยที่ทำให้การฆ่าเชื้อโรคด้วย Cl_2 ได้ผลดี กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ (มั่นสิน, 2537)

- ความเข้มข้นของคลอรีน การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนจะได้ผลดีเมื่อมีการเติมคลอรีนจนกระทั่งมีคลอรีนอิสระตกค้าง (Free chlorine residual) เหลืออยู่ใน และปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรคที่พีเอชต่างๆ

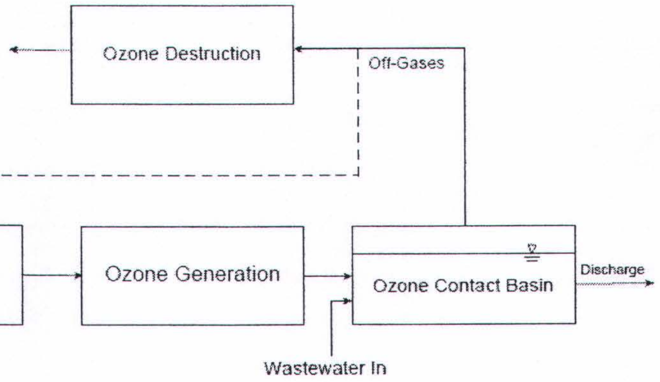
- พีเอช เนื่องจาก HOCl มีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีกว่า OCl^- ดังนั้นการรักษาน้ำให้มี pH ต่ำเท่ากับช่วยให้มี HOCl มากขึ้น

- ระยะเวลาสัมผัส ระยะเวลาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น Combined residual Cl_2 ต้องการเวลาสัมผัสนานกว่าคลอรีนอิสระ หรือน้ำมีความขุ่นน้อย เวลาสัมผัสจะสั้นกว่าน้ำที่มีความขุ่นมาก

- ความขุ่น จุลินทรีย์ในน้ำขุ่น สามารถป้องกันตัวเองจาก Cl_2 ได้ นอกจากนี้ Cl_2 อาจทำปฏิกิริยากับความขุ่น ทำให้สิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์

- **การฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซน** (O_3)

โอโซนเป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำที่ดี และมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรครุนแรงกว่าคลอรีนโอโซนต้องการพลังงานมากและใช้อุปกรณ์ที่ยุ่งยาก ทำให้มีราคาแพงกว่าการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน โดยข้อดีและข้อเสียของการฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซน โอโซนทำปฏิกิริยาเคมีกับสารต่างๆ ได้ 3 ทาง คือ 1) Direct Oxidation เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยตรง ไม่ต้องมีการแตกตัวของโอโซนขึ้นก่อน 2) Radical Oxidation เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อโอโซนแตกตัวเป็นไอออนก่อนจะเกิดปฏิกริยาออกซิเดชัน กับสารอื่นๆ และ 3) Catalytic Oxidation ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอนเมื่ออยู่ในน้ำ ปฏิกริยาแบบ Direct Oxidation และ Radical Oxidation จะแข่งกันเกิด โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดได้แก่ พีเอชและสารละลายในน้ำ ในกรณีที่น้ำมีค่าพีเอชต่ำ Direct Oxidation จะเกิดได้ง่ายกว่า ดังนั้น โอโซนจะทำปฏิกริยา Direct Oxidation กับสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย ในกรณีที่น้ำมีค่าพีเอชสูงและมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก ปฏิกิริยาออกซิเดชันของโอโซนจะเป็นแบบ Radical Oxidation



รูปที่ 3.8 กระบวนการทำงานของการฆ่าเชื้อโรคด้วยระบบโอโซน

ในทางปฏิบัติ ระบบการฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซนจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ส่วนผลิตก๊าซโอโซน (Ozone generator) ถังปฏิกิริยาหรือส่วนสัมผัสโอโซน (Ozone contact tank) และส่วนทำลายโอโซนที่เหลือ (Ozone destruction) เนื่องจากอาจเกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรวมได้ นอกจากนี้ ปริมาณโอโซนบางส่วนอาจนำมาประยุกต์ใช้ใหม่ในระบบได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.8

- **การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี** (UV Disinfection)

แสงยูวีจะฆ่าเชื้อโรคได้โดยการส่องผ่านแสงจากหลอดผลิตแสงยูวีไปสัมผัสเชื้อโรค ดังนั้นน้ำจะต้องปราศจากสี และความขุ่น หลอดยูวีจะต้องไม่มีสิ่งสกปรกมาเกาะ หน่วยที่ใช้วัดปริมาณของแสงยูวีคือ ผลคูณระหว่างความเข้มข้นของแสงกับเวลาต่อพื้นที่ ข้อดีของระบบนี้คือ ไม่ทำให้เกิดรส และไม่สร้างสารตกค้างในน้ำ

3.8.2 **กระบวนการผลิตน้ำประปาขั้นสูง** (Advanced processes)

จากกระบวนการผลิตน้ำประปาแบบทั่วไป (Conventional process) ดังกล่าว ยังมีข้อจำกัดในด้านการจัดการกับสิ่งปนเปื้อนที่มีความซับซ้อนไม่ว่าจะเป็นปริมาณสารเคมีหรือยาฆ่าแมลง ปริมาณโลหะหนัก รวมไปถึงปริมาณไอออนบางชนิดที่อาจมีความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูงในแต่ละพื้นที่ของแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา ดังนั้น เพื่อรองรับกับคุณภาพน้ำดิบในบางพื้นที่หรือเพื่อตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้น้ำในอนาคต กระบวนการผลิตน้ำประปาขั้นสูง ได้แก่ กระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion exchange) กระบวนการดูดซับ (Adsorption) และกระบวนการเมมเบรน (Membrane process) จึงเป็นประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณาทั้งในด้านกลไกการทำงาน ชนิดและประเภทของแต่ละกระบวนการ ปัจจัยการทำงานที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม

1) **กระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน** (Ion exchange)

การแลกเปลี่ยนไอออนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือซีโอไลต์ (Zeolite) และเรซินแลกเปลี่ยนไอออน ในปัจุบันนิยมใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสูง รวมไปถึงยังสามารถผลิตและจัดหาให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานแต่ละแบบได้ง่ายโดย 2 หน้าที่ของกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนกล่าวคือ 1) กำจัดไอออนต่างๆ ออกจากน้ำเช่น Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, Cl^- เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดโลหะพิษต่าง ๆ ออกจากน้ำได้ด้วย แต่ทั้งนี้ต้องใช้เรซินที่สังเคราะห์เป็นพิเศษ และ 2) ทำให้ไอออนต่าง ๆ มีความเข้มข้นสูงมาก ๆ เกิดขึ้นจากไอออนที่ถูกกำจัดจะหลุดออกมาในช่วงของการทำความสะอาด (การล้างย้อน และ regeneration)

- **ชนิดของเรซิ่นในระบบแลกเปลี่ยนไอออน**

ในทางปฏิบัติ ชนิดของเรซิ่นที่นิยมใช้ในกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนเปรียบได้กับกรดและด่าง ทำให้มีการแบ่งประเภทของเรซิ่นได้ 4 ชนิดดังนี้

- เรซิ่นกรดแก่ จะใช้ไอออนบวกที่เกาะอยู่กับเรซิ่น โดยส่วนใหญ่จะเป็น H^+ หรือ Na^+ แลกเปลี่ยนกับไอออนที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำ โดยส่วนมากจะมีหมู่ซัลโฟนิก (Sulfonic: SO_3^-) จับกับ H^+ หรือ Na^+ รวมกันเป็น SO_3^- : H^+ หรือ SO_3^- : Na^+

- เรซิ่นกรดอ่อน จะใช้ไอออนบวกที่เกาะอยู่กับเรซิน โดยส่วนใหญ่จะเป็น H^+ หรือ Na^+ แลกเปลี่ยนกับไอออนที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำ โดยส่วนมากจะมีหมู่คาร์บอกซิลิก (Caboxylic: COO^-) จับกับ H^+ หรือ Na^+ รวมกันเป็น COO^- : H^+ หรือ COO^- : Na^+ เนื่องจากเรซินกรดอ่อนประพฤติตัวเหมือนกรดอ่อน จึงแตกตัวได้ดีในสภาวะที่เป็นด่าง (พีเอชมากกว่า 7)

- เรซิ่นด่างแก่ จะใช้ไอออนลบที่เกาะอยู่กับเรซิ่น โดยส่วนใหญ่จะเป็น OH^- หรือ Cl^- แลกเปลี่ยนกับไอออนที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำ โดยส่วนมากจะมีหมู่เอมีน (Quaternary Amine: $(CH_3)_3CH_2N^+$) จับกับ OH^- หรือ Cl^- รวมกันเป็น $(CH_3)_3CH_2N^+$: OH^- หรือ $(CH_3)_3CH_2N^+$: Cl^- ข้อดีของเรซิ่นแบบด่างแก่คือ เรซิ่นแบบด่างแก่ใช้ได้ดีกับน้ำที่มีพีเอชทุกระดับ

- เรซิ่นด่างอ่อน มีความแตกต่างกับเรซิ่นทั้ง 3 ประเภทที่ได้กล่าวมา เนื่องจากไม่ได้มีการแลกเปลี่ยนไอออนกันจริง แต่เป็นการจับทั้งโมเลกุลมารวมกับตัวเรซิ่นไว้ ในลักษณะของกระบวนการดูดติดผิว (Adsorption) เรซิ่นแบบด่างอ่อนกำจัดได้เฉพาะกรดแก่ เช่น HCl, H_2SO_4 หรือ HNO_3 ออกจากน้ำ แต่ไม่สามารถกำจัดกรดอ่อน เช่น ซิลิกา และ CO_2

- **วัฏจักรการทำงานของระบบแลกเปลี่ยนไอออน**

วัฏจักรการทำงานของระบบแลกเปลี่ยนไอออนมีทั้งหมด 4 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน

- การแลกเปลี่ยนไอออน (Service) การแลกเปลี่ยนไอออนเป็นหน้าที่หลักของเรซิ่น กล่าวคือไอออนอิสระในเรซิ่นจะถูกแลกเปลี่ยนกับไอออนอื่นๆในน้ำ ทำให้ได้น้ำสะอาดตามต้องการ ขั้นตอนนี้จะยุติลงเมื่อมีไอออนอิสระในเรซิ่นเหลือน้อยจนกระทั่งไม่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนต่างๆในน้ำได้ อายุของวัฏจักรของเรซิ่นขึ้นอยู่กับปริมาณไอออนในน้ำและขีดความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซิ่น

- การล้างย้อน (Backwash) หลังจากที่เรซิ่นหมดอำนาจเนื่องจากการแลกเปลี่ยนไอออน จำเป็นจะต้องทำการล้างย้อนเพื่อให้ชั้นเรซิ่นมีการขยายตัวเกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ทำลายการจับตัวเป็นก้อนของเรซิ่นซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างการแลกเปลี่ยนไอออน 2) เพื่อล้างความขุ่นหรือตะกอนแขวนลอยที่ติดอยู่ในชั้นเรซิ่น 3) กำจัดฟองอากาศที่อาจเกิดขึ้นและค้างอยู่ในชั้นเรซิน 4) ทำให้เกิดการเรียงชั้นใหม่ของเรซิน ซึ่งช่วยในการกระจายน้ำผ่านชั้นเรซินเกิดขึ้นได้อย่างสม่ำเสมอในระหว่างการแลกเปลี่ยนไอออน

- รีเจนเนอเรชัน (Regeneration) คือการทำให้เรซิ่นแลกเปลี่ยนไอออนที่หมดอำนาจแล้วกลับฟื้นตัวขึ้นมามีอำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออนอีกครั้ง โดยทำการขับไล่ไอออนในเรซิ่นที่แลกมาจากน้ำ และเติมไอออนอิสระให้กับเรซิ่น ทำให้เรซินกลับคืนสู่สภาพเดิม

และมีอำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออนอีกครั้งหนึ่ง โดยที่สารเคมีที่ใช้เติมไอออนอิสระให้กับเรซิ่นที่เสื่อมอำนาจไปแล้วเรียกว่าRegenerant ตัวอย่างของสาร Regenerant ได้แก่ NaCl ซึ่งใช้เติม Na^+ หรือ Cl^- ให้กับเรซิ่น หรือ H_2SO_4 ซึ่งใช้เติม H^+ ให้กับเรซิ่น ในทางปฏิบัติ มักนิยมทำ Regeneration เพื่อเรียกอำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินให้กลับคืนมาบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากประสิทธิภาพในการทำ Regeneration ของเรซิ่นมักมีค่าต่ำ ทำให้การเรียกอำนาจทั้งหมดที่มีอยู่กลับคืนมา ต้องสิ้นเปลืองสาร Regenerant อย่างมหาศาล และจัดว่าไม่คุ้มค่ากับผลตอบแทนที่ได้รับ

- การชะล้างสารเคมี (Rinse) หลังจากผ่านขั้นตอน Regeneration แล้ว ย่อมมีสาร Regenerant ตกค้างอยู่ในชั้นเรซิ่น จึงต้องใช้น้ำสะอาดชะล้างเรซิ่น เพื่อขับไล่หรือแทนที่สาร Regenerant ให้หลุดออกจากชั้นเรซิ่น การชะล้างเรซิ่นมี 2 ขั้นตอน คือ การชะล้างอย่างช้า (Slow Rinse หรือ Displacement Rinse) และการชะล้างอย่างเร็ว (Fast Rinse) โดยที่การชะล้างอย่างช้าจะทำก่อนโดยปล่อยให้น้ำปริมาณ 1 เท่าของปริมาตรของชั้นเรซิ่น (Bed Volume) ไหลผ่านชั้นเรซิ่นในอัตราเดียวกับการทำ Regeneration น้ำล้างในขั้นตอนนี้ถือเป็นน้ำเสีย เพราะมีสารละลาย Regenerant ที่ใช้แล้วปะปนอยู่มาก และต้องนำไปทำการกำจัดพร้อมกับสารละลาย Regenerant ที่ใช้แล้ว จากนั้นจะเป็นการชะล้างอย่างรวดเร็วกระทำเพื่อขับไล่สาร Regenerant ที่ยังตกค้างอยู่ให้หลุดออกจากชั้นเรซิ่นให้หมด เนื่องจากมีสาร Regenerant อยู่น้อย จึงอาจชะล้างได้เร็วขึ้นได้ อัตราเร็วของการชะล้างอย่างเร็วมักเป็นอัตราเดียวกับอัตราไหลของการแลกเปลี่ยนไอออน (Service Flow Rate)

- **ข้อมูลทั่วไปในการออกแบบระบบแลกเปลี่ยนไอออน**

การตัดสินใจเลือกประเภทของเรซิ่น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำดิบ และน้ำสำเร็จเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามคุณภาพของน้ำที่ต้องการจะเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการกำหนดประเภทเรซิ่น นอกจากนี้ การออกแบบถังเรซิ่นคล้ายกับการออกแบบถังคาร์บอน ข้อมูลต่างๆ สำหรับใช้ในการออกแบบจะได้มาจากเอกสารวิชาการของผู้ผลิต

ตารางที่ 3.5 การเลือกประเภทของเรซิ่น (มั่นสิน, 2537)

วัตถุประสงค์	ประเภทของเรซิ่น	ชนิดของรีเจนเนอแรนต์
กำจัดความกระด้าง	เรซิ่นแบบกรดแก่	เกลือแกง
กำจัดด่าง	เรซิ่นแบบกรดอ่อน	กรดเกลือ กรดกำมะถัน
น้ำบริสุทธิ์	เรซิ่นแบบกรดแก่หรือกรดอ่อน และเรซิ่นแบบด่างแก่หรืออ่อน (ใช้ 2 ถังแยกกันหรือผสมในถังเดียวก็ได้)	กรดเกลือหรือกรดกำมะถัน และ โซดาไฟหรือแอมโมเนีย

2) <u>กระบวนการดูดซับ (adsorption process)</u>

การดูดซับ (Adsorption) เป็นความสามารถของสารบางชนิดในการดึงโมเลกุลหรือคอลลอยด์ ซึ่งอยู่ในของเหลวหรือก๊าซให้มาเกาะจับและติดบนผิว การดูดซับมี 2 กระบวนการ คือ การดูดซับทางกายภาพ (Physisorption) และการดูดติดทางเคมี (Chemisorption) ทั้ง 2 กระบวนการจะเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลในของเหลวเข้ามาจับกับผิวของของแข็ง ซึ่งเกิดขึ้นจากแรงดึงดูดที่ผิวของของแข็ง เอาชนะพลังงานจลน์ของโมเลกุลในของเหลวได้ ในทางทฤษฎี กลไกการดูดซับแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ 1.การแพร่ภายนอก (external diffusion) เป็นกลไกที่โมเลกุลของตัวถูกละลายจะเข้าถึงสารดูดซับ ซึ่งพื้นผิวของสารดูดซับมีของเหลวห่อหุ้มอยู่ โดยโมเลกุลของตัวถูกละลายจะแทรกตัวผ่านชั้นของเหลวเข้าถึงผิวหน้าสารดูดซับ 2.การแพร่ภายใน (internal diffusion) เป็นกลไกที่โมเลกุลของตัวถูกละลายแทรกตัวเข้าถึงช่องว่างภายในสารดูดซับ เพื่อให้เกิดการดูดซับ และ 3.ปฏิกิริยาพื้นผิว (surface reaction) เป็นกลไกที่โมเลกุลของตัวถูกละลายดูดติดที่ผิวของสารดูดซับ ซึ่งเป็นกระบวนการที่รวดเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแพร่

- **ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ** ประกอบไปด้วยหลายตัวแปรที่เกี่ยวข้อง อาทิ

- ขนาดและพื้นที่ผิวของสารดูดซับ อัตราเร็วในการดูดซับจะเป็นสัดส่วนผกผันกับขนาดของถ่านกัมมันต์ ดังนั้นถ่านกัมมันต์ชนิดผงจึงมีอัตราเร็วในการดูดซับสูงกว่าถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ด ส่วนพื้นที่ผิวมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการดูดซับ กล่าวคือ พื้นที่ผิวมากย่อมดูดโมเลกุลได้มากกว่าชนิดที่มีพื้นที่ผิวน้อย ขนาดของถ่านกัมมันต์มีผลต่อพื้นที่ผิวน้อยเนื่องจากพื้นที่ผิวส่วนใหญ่ได้มาจากโพรงภายในมากกว่าพื้นที่ภายนอก

- ความสามารถในการละลายและขนาดของสารที่ถูกดูดติด ขนาดของสารหรือโมเลกุลที่อยู่ในสารละลายมีความสำคัญมากต่อการดูดซับ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายในโพรงของถ่านกัมมันต์ การดูดซับเกิดขึ้นได้ดีเมื่อสารถูกดูดซับมีขนาดเล็กกว่าโพรงของถ่านกัมมันต์

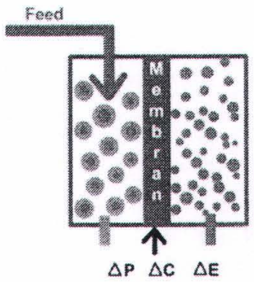
- อุณหภูมิ การดูดซับโดยทั่วไปเป็นกระบวนการคายความร้อน (Exothermic reaction) ดังนั้นความสามารถในการดูดซับจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง แต่อัตราเร็วในการดูดซับจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสมดุลของปฏิกิริยา นอกจากนี้อุณหภูมิจะมีผลต่อความสามารถในการดูดซับ โดยเปลี่ยนความสามารถในการละลาย เช่น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิซึ่งโดยปกติจะทำให้ความสามารถในการละลายสูงขึ้น มีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับลดลง

- ความปั่นป่วน อัตราเร็วในการดูดติดขึ้นกับการแพร่ภายนอกและการแพร่ภายใน ถ้าระบบมีความปั่นป่วนต่ำ ฟิล์มน้ำที่อยู่รอบสารดูดซับจะมีความหนาแน่นและเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลเข้าไปหาผิวของสารดูดซับ ดังนั้นการแพร่ภายนอกก็เป็นปัจจัยกำหนดอัตราเร็วการดูดซับ ในทางตรงข้ามถ้าความปั่นป่วนสูงจะเกิดฟิล์มบางๆ ทำให้การแพร่ภายในเป็นปัจจัยกำหนดอัตราเร็วการดูดติด

- พีเอช โดยทั่วไปค่าพีเอชมีอิทธิพลต่อการดูดซับ เนื่องจากไฮโดรเจนไอออน และไฮดรอกไซด์ไอออนสามารถถูกดูดซับได้ค่อนข้างแข็งแรง การดูดซับไอออนอื่นๆ จึงมีผลกระทบเนื่องจากพีเอชของสารละลาย นอกจากพีเอชยังมีผลต่อการแตกตัวเป็นไอออนแล้วยังมีผลต่อการละลายน้ำของสารต่างๆ ด้วย

3) <u>กระบวนการเมมเบรน (Membrane process)</u>

กระบวนการเมมเบรน (membrane process) เป็นกระบวนการแยกสารผสมที่อยู่ในรูปของเหลวหรือก๊าซที่ประกอบด้วย ตัวถูกละลายและตัวทำละลาย โดยใช้เมมเบรนซึ่งเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่มีคุณสมบัติที่สามารถเลือกผ่านสาร (semi-permeable) เป็นตัวขวางกั้น (barrier) และคัดแยกโดยอาศัยแรงขับดันในรูปต่าง ๆ ทำให้ตัวทำละลายและตัวถูกละลายบางชนิดเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนขณะที่บางชนิดถูกกักไว้ กระบวนการเมมเบรนอย่างง่ายแสดงดังรูปที่ 3.9 เมื่อสารผสมซึ่งเป็นสารป้อน (feed) ผ่านกระบวนการแยกด้วยเมมเบรนจะถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่สามารถผ่านเมมเบรนไปได้เรียกว่า เพอมิเอท (permeate) และส่วนที่ถูกกักกันเรียกว่า รีเทนเทท (retentate) สมรรถนะของกระบวนการเมมเบรนโดยทั่วไปสามารถบ่งชี้ด้วยค่าฟลักซ์ (flux) ซึ่งเป็นอัตราการไหลของเพอมิเอทต่อพื้นที่เมมเบรนและค่าการกักกัน (retention/rejection) ซึ่งบ่งบอกความสามารถในการแยกสารของกระบวนการ (selectivity) ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเมมเบรน เช่น คุณสมบัติด้านต่างๆ ของเมมเบรน เช่น ขนาดรูพรุน ประจุคุณสมบัติของสารป้อนหรือสารที่ต้องการแยก เช่น ขนาดประจุของอนุภาคหรือตัวถูกละลาย และสภาวะการดำเนินงานของกระบวนการ เช่น ระดับของแรงขับดัน ความเร็ว ความเข้มข้น เป็นต้น

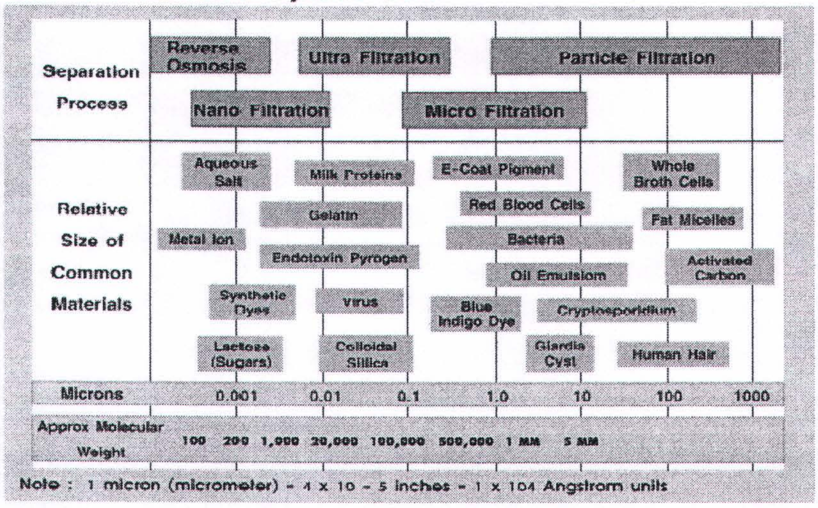


รูปที่ 3.9 แสดงกระบวนการแยกด้วยเมมเบรนอย่างง่าย

ในทางปฏิบัติ กระบวนการเมมเบรนที่มีสมรรถนะสูงควรมีคุณสมบัติดังนี้ 1) มี ฟลักซ์และค่าการเลือกผ่านสูง 2) มีความแข็งแรงเชิงกล 3) ทนต่อสารเคมีและความร้อนภายใต้สภาวะการดำเนินการได้ 4) มีแนวโน้มจับสิ่งสกปรกที่ผิวได้ต่ำ และ 5) ราคาไม่แพง

- **เทคโนโลยีการแยกด้วยเมมเบรน** มีจุดเด่นสำคัญเรื่องการใช้พลังงานต่ำเนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนเฟสเกิดขึ้น (ยกเว้นกระบวนการเพอร์แวปเพอเรชัน ซึ่งใช้วิธีการลดความดันทำให้เกิดการเปลี่ยนเฟส) จึงไม่ต้องการความร้อนเพื่อการเปลี่ยนเฟส นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในการแยกผลิตภัณฑ์ที่สูญเสียสมบัติหรือสภาพได้เมื่อได้รับความร้อนเนื่องจากกระบวนการแยกด้วนเมมเบรนสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เข้มข้นขึ้น แยกลำดับส่วนทำให้บริสุทธิ์ได้พร้อมกัน โดยแรงขับดันที่ใช้ในกระบวนการเมมเบรนมีหลายรูปแบบซึ่งประกอบด้วย 1) ความดัน (driven pressure, ΔP) เช่น กระบวนการออสโมซิสผันกลับ (RO), กระบวนการนาโนฟิลเตรชัน (NF), กระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน (UF), กระบวนการไมโครฟิลเตรชัน (MF) 2) ศักย์ไฟฟ้า (electrical potential, ΔE) และ 3) ความเข้มข้น (concentration, ΔC) เช่น กระบวนการไดอะไลซิส ในทางทฤษฎี กระบวนการกระบวนการไมโครฟิลเตรชัน (Microfiltration) กระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน (Ultrafiltration) กระบวนการนาโนฟิลเตรชัน (Nanofiltration) กระบวนการออสโมซิสผันกลับ (Reverse osmosis) กระบวนการอิเล็คโตรไดอะไลซิส และกระบวนการไดอะไลซิส มีความสามารถแยกขนาดอนุภาคได้ต่างกันดังรูปที่ 3.9 ซึ่งเป็นตัวอย่างสเปกตรัมการแยกผลิตภัณฑ์ด้วยเมมเบรน บริษัท Osmonics

The Filtration Spectrum



รูปที่ 3.10 เกณฑ์การเลือกกระบวนการแยก

กระบวนการแยกด้วยเมมเบรนเป็นกระบวนการที่สามารถใช้แยกสารที่มีขนาดเล็ก เช่น อิออน และน้ำ เป็นต้น จนกระทั่งสารที่มีขนาดใหญ่ที่จัดเป็นสารแขวนลอย เมมเบรนแต่ละชนิดมีความสามารถในการแยกสารแตกต่างกันขึ้นกับคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของสารป้อน เช่น ขนาดและประจุของสาร คุณสมบัติของเมมเบรน

- **ประเภทของกระบวนการแยกด้วยเมมเบรน** ลักษณะของกระบวนการแยกด้วยเมมเบรนแต่ละประเภท โดยสารป้อนและเพอร์มิเอตในกระบวนการไมโครฟิลเตรชัน (Microfiltration) กระบวนการอัลตราฟิลเตรชัน (Ultrafiltration) กระบวนการนาโนฟิลเตรชัน (Nanofiltration) และกระบวนการออสโมซิสผันกลับ (Reverse osmosis) อยู่ในเฟสของเหลว ใช้ความดันเป็นแรงขับดันให้เกิดการถ่ายโอนมวลขึ้น

ตารางที่ 3.6 ประเภทของกระบวนการแยกด้วยเมมเบรน (Crittenden, 2005)

กระบวนการ	สารป้อน	เพอร์มิเอต	แรงขับ
ไมโครฟิลเตรชัน	ของเหลว	ของเหลว	ความดัน
อัลตราฟิลเตรชัน	ของเหลว	ของเหลว	ความดัน
นาโนฟิลเตรชัน	ของเหลว	ของเหลว	ความดัน
ออสโมซิสผันกลับ	ของเหลว	ของเหลว	ความดัน
เพอร์แวปเพอเรชัน	ของเหลว	ไอ	ความดันย่อย
เมมเบรนแลกเปลี่ยนไอออน	ของเหลว $[H^{+}(H_2O)_n]$	ของเหลวหรือ$H^{+}(H_2O)_n$	แรงเคลื่อนไฟฟ้า
แยกแก๊สด้วยเมมเบรน	แก๊ส	แก๊ส	ความดันย่อย

ตารางที่ 3.7 ลักษณะของเมมเบรนและกระบวนการแยกด้วยเมมเบรน

กระบวนการ	ขนาดรู (อังสตรอม)	กลไกการแยก
ไมโครฟิลเตรชัน	500-20,000	การคัดขนาด
อัลตราฟิลเตรชัน	30-1,000	การคัดขนาด
นาโนฟิลเตรชัน	10-50	การคัดขนาด
เพอร์แวปเพอเรชัน	<50	การละลาย- การแพร่
แยกแก๊สด้วยเมมเบรน	<5	การละลาย- การแพร่
ออสโมซิสผันกลับ	5-20	การคัดขนาด

3.8.3 **ระบบการจ่ายน้ำประปา** (Distribution System)

ระบบจ่ายน้ำประปาเป็นการแจกจ่ายน้ำประปา ตั้งแต่โรงผลิตน้ำประปาแจกจ่ายไปชุมชมทั่วถึงทุกอาคาร ระบบการจ่ายน้ำประปาประกอบด้วย สถานีสูบจ่ายน้ำประปา และอุปกรณ์ในการควบคุมต่าง ๆ เช่น ประตูจ่ายน้ำ เป็นต้น

1) **วิธีการแจกจ่ายน้ำประปา**

โดยทั่วไปมีด้วยกันได้หลายวิธีซึ่งอาจจะใช้วิธีหนึ่งหรือใช้หลายวิธีในระบบแจกจ่ายหนึ่ง ๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่นั้นหรือปัจจัยอื่น ๆ วิธีแจกจ่ายน้ำประปามีอยู่ 3 วิธี ดังต่อไปนี้

- **อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก** อาศัยหลักการระดับน้ำจากแหล่งอยู่สูงกว่าชุมชุนมากเพียงพอที่ทำให้น้ำประปาไหลจากแหล่งไปตามท่อประปาได้อย่างดี คือมีทั้งความเร็วของน้ำไหลและความดันของน้ำภายในท่ออย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไป วิธีนี้โดยมากจะอาศัยความสูงของระดับปกติ และหอถังสูง เพื่อเป็นจุดที่ปล่อยน้ำประปาเพื่อแจกจ่ายไปรอบ ๆ บริเวณ

- **สูบจ่ายน้ำโดยตรง** ใช้เครื่องสูบน้ำทำการสูบจ่ายน้ำประปาไปตามท่อประธานของระบบโดยตรง ความเร็วของน้ำไหล และความดันของน้ำภายในท่อจะถูกควบคุมโดยเครื่องสูบน้ำและขนาดท่อประธานที่ออกแบบไว้แล้ว ระบบจ่ายน้ำประปาวิธีนี้ไม่ต้องใช้หอถังสูง แต่จะมีถังเก็บน้ำประปาไว้ เพื่อให้เครื่องสูบน้ำได้สูบน้ำไปจ่ายจ่ายตามชุมชน โดยอาจมีความดันภายในท่อประธานไม่คงที่มีการแปรเปลี่ยนบ่อยครั้ง ถ้าเกิดกระแสไฟฟ้าดับก็ไม่สามารถแจกจ่ายประปาไปตามชุมชนได้เลยในทันที ทำให้เป็นข้อเสียหลักของระบบนี้

- **หอสูงร่วมกับเครื่องสูบน้ำ** วิธีนี้คือการนำวิธีแรกและวิธีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน โดยวิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก การแจกจ่ายน้ำประปาจะอาศัยทั้งเครื่องสูบน้ำสูบจ่ายไปยังท่อประธานพร้อมกันนั้นอีก ณ ตำแหน่งจะมีหอถังสูงทำหน้าที่แจกจ่ายน้ำประปาไปด้วย ข้อดีของ

ระบบนี้คือสามารถแจกจ่ายน้ำประปาด้วยปริมาณมาก ๆ ได้ อย่างเช่นขณะเกิดเพลิงไหม้ขึ้น สามารถจ่ายน้ำได้ปริมาณมาก ๆ ทั้งจากเครื่องสูบน้ำและหอถังสูงพร้อม ๆ กัน โดยมีถังเก็บน้ำประปาอยู่ 2 แหล่ง โดยวิธีนี้สามารถเลือกวิธีแจกจ่ายน้ำประปาไปยังท่อประธานได้ คือการจ่ายน้ำประปาโดยใช้เครื่องสูบน้ำอย่างเดียวหรือใช้หอถังสูงอย่างเดียวก็ได้

2) ชนิดของระบบจ่ายน้ำประปา

ระบบจ่ายน้ำประปาในที่นี้มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบคือ ระบบจ่ายน้ำแบบต่อเนื่องและระบบจ่ายน้ำแบบเดิน ๆ หยุด ๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) ระบบจ่ายน้ำแบบต่อเนื่อง (Continuous System) ระบบนี้จะทำการจ่ายน้ำประปาตลอดเวลา วิธีนี้เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการน้ำประปาใช้ตลอดเวลา มีแหล่งน้ำดิบที่พอเพียงตลอดเวลา และมีโรงผลิตน้ำประปาที่สามารถผลิตได้เพียงพอจ่ายน้ำได้ตลอดเวลา และ 2) ระบบจ่ายน้ำแบบเดินๆ หยุดๆ ระบบนี้อาจจ่ายน้ำประปาเพียง 2-3 ชั่วโมงในแต่ละวันก็ได้ เช่น จ่ายน้ำให้ในช่วงเช้าและช่วงเย็น ระบบนี้จะใช้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณน้ำดิบในแหล่งน้ำไม่เพียงพอสำหรับการจ่ายน้ำประปาให้ตลอดเวลา

- <u>ถังเก็บกักน้ำประปา</u>

ถังเก็บน้ำประปามีความจำเป็นอย่างมาก ที่สามารถเก็บกักน้ำประปาได้มีพอเพียงตลอดเวลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บกักน้ำประปาไว้สำหรับการดับเพลิง ต้องการรักษาระดับความดันของน้ำในท่อประปาได้ตลอดเวลาและต้องการเก็บกักน้ำประปาสำรองไว้เมื่อมีการใช้น้ำประปาจำนวนมาก ชนิดของถังเก็บกักน้ำประปามีดังนี้

- ถังน้ำบนพื้นดิน (Surface Storage Tank) ถังน้ำบนพื้นดินในที่นี้หมายถึง ถังเก็บกักน้ำไว้เพื่อจ่ายน้ำประปาไปทั่วชุมชนของแต่ละชุมชน อาจมีถังน้ำบนพื้นดินหลายจุดทั่วบริเวณของชุมชนนั้น ๆ ก็ได้ หรืออาจมีเพียงถังขนาดใหญ่เพียงถังเดียวก็ได้
- ถังสูง (Elevated Tank) ทำหน้าที่ในการสำรองน้ำเพื่อการส่งจ่ายน้ำประปา และยังช่วยลดภาระการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่ให้ไม่ต้องเดินและหยุดบ่อยครั้ง ถังสูงมักก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเหล็ก โดยจะมีทางขึ้นลงถังเพื่อการทำความสะอาดภายในถัง ความจุของถังน้ำจะสามารถจ่ายน้ำได้นานประมาณ 1-3 ชั่วโมง ที่ปริมาณการใช้น้ำสูงสุดต่อวัน (Maximum Day Demand) ความสูงของถังจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการ แต่การกำหนดความสูงของถังต้องคำนึงถึงหลายองค์ประกอบ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง โครงสร้างถัง สภาพดินที่ฐานรากของถังสูง ความปลอดภัย และความสะดวกในการบำรุงรักษา

- <u>ระบบท่อจ่ายน้ำประปา (Distribution Pipe System)</u>

ระบบท่อจ่ายน้ำประปาประกอบด้วย ท่อจ่ายน้ำและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ เช่น ประตูน้ำ เป็นต้น ทำหน้าที่ในการส่งน้ำประปาที่สูบจ่ายโดยสถานีสูบจ่ายน้ำไปยังจุดใช้น้ำ ส่วนประกอบของระบบท่อจ่ายน้ำประปา ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

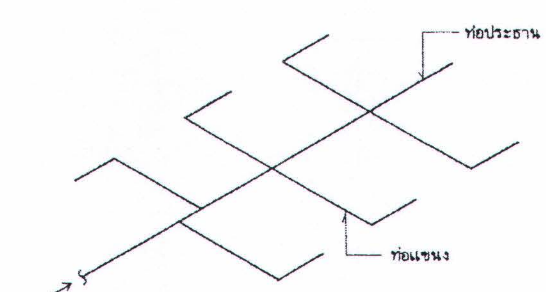
- **ระบบท่อ** เป็นระบบโครงข่ายหรือสาขาของท่อจ่ายน้ำ ทำหน้าที่ในการจ่ายน้ำให้กับจุดใช้น้ำโดยตรง (Service Pipe) รวมถึงท่อหลัก (Trunk Main) ซึ่งมีขนาดใหญ่และทำหน้าที่จ่ายน้ำให้กับจุดใช้น้ำในเขตการใช้น้ำ (Zone) โดยไม่จ่ายในกับจุดใช้น้ำขนาดย่อยโดยทั่วไป วัสดุท่อที่ใช้ในระบบจ่ายน้ำประปามีหลายชนิด ได้แก่

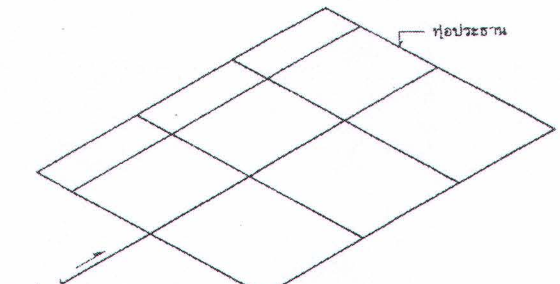
  - **พีวีซี** (Poly Vinyl Chloride, PVC) ลักษณะสำคัญของท่อชนิดนี้เป็นพลาสติกที่มีความเสียดทานภายในท่อน้อยมาก และมีความแข็งแรงพอประมาณ นอกจากนี้ยังมีราคาค่อนข้างถูก แต่อย่างไรก็ดี ข้อเสียของท่อประเภทนี้ คือจะไม่สามารถทนต่อแสงแดดและความร้อนเป็นระยะเวลานาน ๆ ได้ เนื่องจากท่อจะแห้งกรอบและแตก
  - **โพลีเอธิลีน** (Poly Ethylene, PE) เป็นท่อพลาสติกที่มีความใกล้เคียงกับท่อพีวีซี แต่มีความยืดหยุ่นที่ค่อนข้างสูงกว่า และยังมีความทนทานต่อแสงแดด อุณหภูมิ และสารเคมีมากกว่าท่อพีวีซี แต่มีราคาแพง นอกจากนี้ท่อจ่ายน้ำประปาที่นิยมใช้อีกชนิดหนึ่งคือ ท่อชนิดที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Poly Ethylene, HDPE)
  - **เหล็กเหนียว** (Steel, ST) เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีข้อจำกัดคือ มีน้ำหนักมากและอาจเกิดเป็นสนิมเมื่ออายุการใช้งานนานขึ้น นอกจากนี้ยังมีราคาแพง ท่อชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้เป็นท่อส่งน้ำที่ต้องการความคงทนถาวรสูง เช่น ท่อที่วางบนพื้นผิวจราจร เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีการป้องกันสนิมสามารถทำได้โดยการเคลือบผิวท่อภายใน และใช้ลูกตุ้มตะกั่วผูกติดกับท่อเพื่อให้เกิดการผุกร่อนที่ตะกั่วแทน
  - **ซีเมนต์ใยหิน** (Asbestos Cement, AC) เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงต่ำ ไม่สามารถทนรับแรงดันภายนอกได้มากนัก ดังนั้นจึงเกิดปัญหาท่อมีการแตกรั่วบ่อยครั้ง แต่อย่างไรก็ดีท่อชนิดนี้มีราคาถูกกว่าท่อประเภทอื่น จึงเหมาะเป็นท่อที่ใช้เป็นท่อชั่วคราวใช้วางเหนือคูน้ำข้างทางในชนบทเพื่อความประหยัด

- **ประเภทของระบบท่อประธานจ่ายน้ำประปา** ท่อประธานจ่ายน้ำประปา มีความสำคัญมากเสมือนเส้นเลือดใหญ่ในร่างกายมนุษย์ ดังนั้นการออกแบบระบบท่อ

ประธานจำเป็นต้องทราบก่อนว่า ระบบท่อจ่ายน้ำประปามีประเภทต่าง ๆ อะไรบ้าง โดยประเภทของระบบท่อประธานจ่ายน้ำประปาสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ดังนี้

- **ระบบแขนง** (Branching System) ระบบท่อแขนงเป็นระบบท่อประปาที่เดินแยกออกเป็นแขนงดังแสดงในรูปที่ 3.10 ระบบนี้เหมาะสมกับชุมชนขนาดไม่ใหญ่นัก ข้อดีคือมีราคาค่าติดตั้งเดินท่อไม่สูงมากนัก ง่ายต่อการคำนวณออกแบบระบบท่อประปา สำหรับข้อเสียคือมีน้ำประปาแช่อยู่ในท่อโดยอาจไม่มีการไหลเป็นระยะเวลานาน ซึ่งจะทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงหรือเกิดตะกอนสะสมอยู่ภายในท่อ
- **ระบบวงจร** (Loop system) ระบบวงจรเป็นระบบท่อเดินเป็นวงจรปิดดังแสดงในรูปที่ 3.12 เหมาะสมกับชุมชนขนาดใหญ่ ข้อดีคือมีการไหลของน้ำประปาสม่ำเสมอตลอดเวลาภายในท่อ ในขณะทำการซ่อมแซมส่วนหนึ่งส่วนใดของท่อก็ไม่จำเป็นต้องหยุดการจ่ายน้ำประปาไปเกือบทั้งระบบ สามารถเปิดประตูเฉพาะบริเวณที่จะทำการซ่อมแซมท่อประปาได้ สำหรับข้อเสียของระบบนี้คือ ราคาค่าติดตั้งเดินท่อสูงกว่าของระบบแขนง
- **ระบบรวมกัน** (Combination System) ระบบนี้เป็นระบบที่มีทั้งแบบแขนงและแบบวงจรอยู่ในระบบแจกจ่ายน้ำประปาระบบเดียว โดยบางบริเวณอาจใช้ระบบแขนงและบางบริเวณอาจใช้ระบบวงจร





รูปที่ 3.11 การแจกจ่ายน้ำประปาแบบระบบแขนง **รูปที่** 3.12 การแจกจ่ายน้ำประปาระบบวงจร

- <u>**สถานีสูบจ่ายน้ำประปา (Pumping station)**</u>

สถานีสูบจ่ายน้ำประปา ทำหน้าที่จ่ายน้ำเข้าสู่ระบบท่อจ่ายน้ำด้วยปริมาณและแรงดันที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้น้ำได้ใช้น้ำในปริมาณและระดับความดันที่เหมาะสมเพียงพอกับความต้องการ รายละเอียดของสถานีสูบจ่ายน้ำประปา ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- **เครื่องสูบน้ำประปา** ทำหน้าที่ในการสูบน้ำประปาจากถังน้ำใสเข้าสู่ระบบท่อจ่ายน้ำประปาหรือถังสูง ในการทำงานจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ตัวเครื่องสูบน้ำและตัวขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำเครื่องสูบน้ำ

- **ตัวขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำ** ประกอบด้วย ชนิดมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์ชนิดดีเซล ชนิดมอเตอร์ไฟฟ้ามีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าและดูแลรักษาได้ง่ายกว่า ในกรณีที่ไฟดับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังสามารถช่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานต่อได้ โดยทั่วไป มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำ

- **ประตูน้ำ** ในทางปฏิบัติ ประตูน้ำที่ใช้ในระบบท่อจ่ายน้ำมีหลายประเภทซึ่งจะมีการใช้งานที่แตกต่างกันไป โดยจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน

- **อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ** ในระบบจ่ายน้ำประปา นอกจากอุปกรณ์ด้านการสูบจ่ายและส่งน้ำประปา ดังที่กล่าวถึงข้างต้น ยังประกอบไปด้วยอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น เช่น มาตรวัดน้ำ (Water meter) ,หัวดับเพลิง (Fire Hydrant) และ ฝาครอบประตูน้ำ