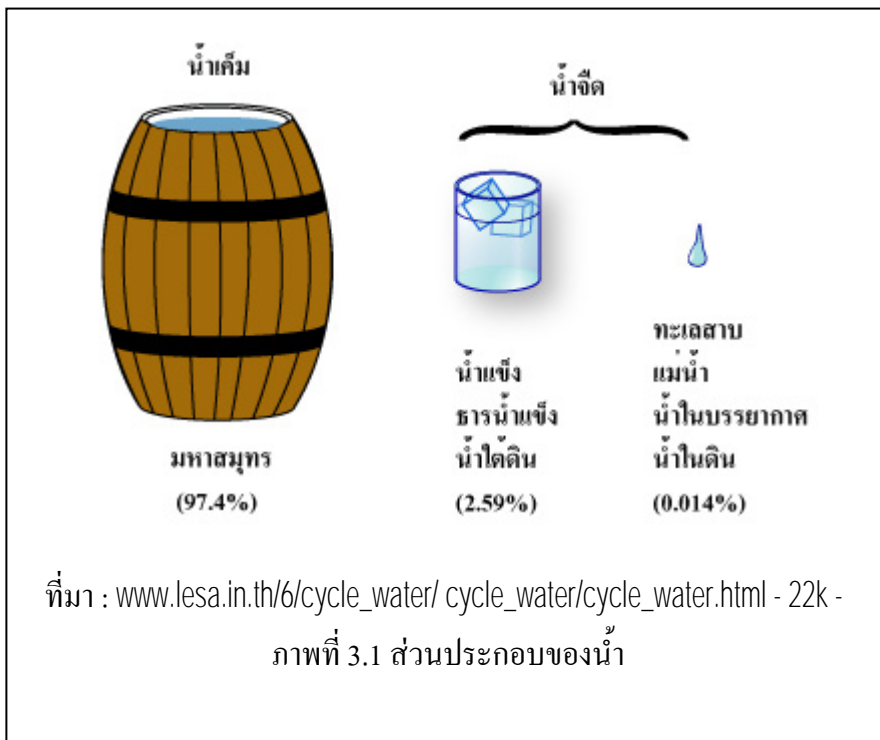


# บทที่ 3

## ทรัพยากรน้ำ

น้ำ (Water) สูตรทางเคมี คือ  $H_2O$  น้ำที่บริสุทธิ์จะเป็นของเหลวใสไร้สีและไม่มีกลิ่น เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน (Hydrogen) และออกซิเจน (Oxygen) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 8 โดยน้ำหนัก พบ 3 สถานะ คือของเหลว ของแข็ง (น้ำแข็งขั้วโลก) และแก๊ส (น้ำในบรรยากาศ)

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สูญสิ้น แต่คุณสมบัติอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อนำมาใช้ โดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำจืดมักพบประชากรเข้าไปตั้งถิ่นฐานอยู่อย่างหนาแน่น ทั้งนี้เพราะมนุษย์จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตรกรรม การคมนาคมขนส่ง และเป็นแหล่งอาหาร โลกประกอบด้วยพื้นน้ำประมาณ 3 ใน 4 ส่วน ของพื้นที่ทั้งหมด แม้ว่าจะมีน้ำอยู่มากมายบนโลก แต่ส่วนที่เป็นพื้นน้ำของโลกส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยน้ำในมหาสมุทร สำหรับน้ำจืดซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์กลับมีน้อยมาก หากสมมติว่าน้ำทั้งหมดบนโลกเท่ากับ 100 ลิตร จะเป็นน้ำทะเล 97 ลิตร ที่เหลืออีกเกือบ 3 ลิตรเป็นน้ำแข็ง มีน้ำจืดที่เราสามารถใช้บริโภคอุปโภคได้เพียง 3 มิลลิลิตร



## 1. ประโยชน์และความสำคัญของน้ำ

### 1.1 ใช้สำหรับอุปโภคและบริโภค

น้ำมีความจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ร่างกายของเราประกอบด้วยน้ำประมาณ 60 - 70 % โดยต้องใช้ในการดื่มประมาณ 2 ลิตรต่อวัน และใช้ในการบริโภคประมาณ 3 ลิตรต่อวัน ร่างกายของเรายังใช้น้ำเพื่อพาสารอาหารต่าง ๆ ไปยังเซลล์เพื่อรักษาโครงสร้างของร่างกาย และเพื่อการขับถ่ายของเสีย รวมทั้งเพื่อระบายความร้อนจากร่างกายด้วย นอกจากนี้เรายังใช้น้ำในการอุปโภค ทั้งการทำความสะอาด ชักล้าง และกิจกรรมอื่น ๆ องค์การสหประชาชาติประมาณการว่ามีประชากรโลกอีกประมาณ 2,000,000 ล้านคนทั่วโลกที่ขาดแคลนน้ำใช้

### 1.2 ใช้ในการอุตสาหกรรม

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งในส่วนของกระบวนการผลิตโดยตรง คือ เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ล้างวัตถุดิบและกิจกรรมต่าง ๆ ที่สนับสนุนการผลิต เช่น ใช้ในการล้างเครื่องจักร ล้างพื้น โรงงาน และการหล่อเย็น เป็นต้น อุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีความต้องการน้ำในปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกันไป เช่น โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ เซรามิก กระดาษ มีความจำเป็นที่ต้องใช้ที่มีคุณภาพสูง คือ ปราศจากสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ จึงจะสามารถผลิตผลงานที่มีคุณภาพได้ดี

### 1.3 ใช้ในการคมนาคมขนส่ง

ในอดีตการขนส่งทางน้ำเป็นการขนส่งที่สำคัญของมนุษย์ และในปัจจุบันก็ยังมี ความสำคัญอยู่ โดยเฉพาะการขนส่งระหว่างประเทศ คือ การขนส่งทางทะเล เพราะสามารถขนส่ง ได้ คราวละมาก ๆ และค่าใช้จ่ายยังถูกกว่าการขนส่งทางอากาศมากอีกด้วย สำหรับการขนส่ง ภายในประเทศนั้น การขนส่งทางน้ำก็ยังคงบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะระยะทางไกล ๆ จะเสีย ค่าใช้จ่ายน้อยกว่าทางบก

### 1.4 ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ในการผลิตพลังงานไฟฟ้านั้น ค่าใช้จ่ายที่มาจากการผลิตโดยใช้กระแสน้ำนั้นจะต่ำกว่า การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน นิวเคลียร์ รวมทั้ง มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าด้วย

### 1.5 ใช้ในการนันทนาการ

แหล่งกักเก็บน้ำหลายแห่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจของมนุษย์ เช่น ชายฝั่งทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ ลำคลอง น้ำตกและลำธาร เป็นต้น กิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องจาก สถานที่เหล่านี้มีมากมาย เช่น การว่ายน้ำ ตกปลา พายเรือ เป็นต้น

## 1.6 ใช้ในการประมง

เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำทุกชนิด ตั้งแต่เริ่มเกิด เจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ ก่อให้เกิดอาชีพและรายได้

## 1.7 ใช้ในการเกษตรกรรมและการชลประทาน

การใช้น้ำในการเกษตรกรรมนั้นประมาณว่า มนุษย์ใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก 70% ของปริมาณน้ำที่มนุษย์ใช้ทั้งหมด เพื่อการผลิตธัญพืชสำหรับการบริโภค ส่วนน้ำที่ใช้สำหรับการเลี้ยงสัตว์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไป เช่น โคนม ม้า หมู ไก่ ต้องการน้ำ 20 , 12, 4 , 0.04 แกลลอนต่อตัวต่อวัน น้ำจึงมีความสำคัญในการผลิตอาหารของมนุษย์

## 1.8 แหล่งทรัพยากร

แหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ โดยเฉพาะในทะเลซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรที่ใหญ่ที่สุด อาหารจากทะเลเป็นอาหารที่สำคัญที่มนุษย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยไม่ต้องลงทุน และทะเลยังเป็นแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงาน เช่น น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ เป็นต้น

## 2. แหล่งที่มาของน้ำ

		
น้ำฝน	หิมะ	ลูกเห็บ
ที่มา : <a href="http://ji-eun.diaryis.com">ji-eun.diaryis.com</a>	ที่มา : <a href="http://www.dek-d.com">www.dek-d.com</a>	ที่มา : <a href="http://www.thaigoodview.com">www.thaigoodview.com</a>

ภาพที่ 3.2 แหล่งที่มาของน้ำฟ้า

### 2.1 น้ำฟ้า (Precipitation) ได้แก่ น้ำฝน น้ำค้าง ลูกเห็บ หมอก หิมะ

แหล่งน้ำฟ้า คือน้ำที่มาจากฟ้า อาจอยู่ในรูปของหยดน้ำเรียกว่า ฝนหรือก้อนน้ำแข็ง เช่น หิมะหรือลูกเห็บ เป็นน้ำโดยตรงที่ได้รับจากการกลั่นของไอน้ำในบรรยากาศ น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำจืดที่สำคัญที่มนุษย์ใช้ในการอุปโภคบริโภคอีกชนิดหนึ่ง ในประเทศไทยพบว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละปีประมาณ 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตร และเป็นน้ำท่าประมาณ 200,000 ล้านลูกบาศก์เมตรที่เหลือไหลลงสู่ใต้ดินและระเหยคืนสู่บรรยากาศ ซึ่งปริมาณน้ำที่สามารถเก็บกักไว้ได้ในรูปของ

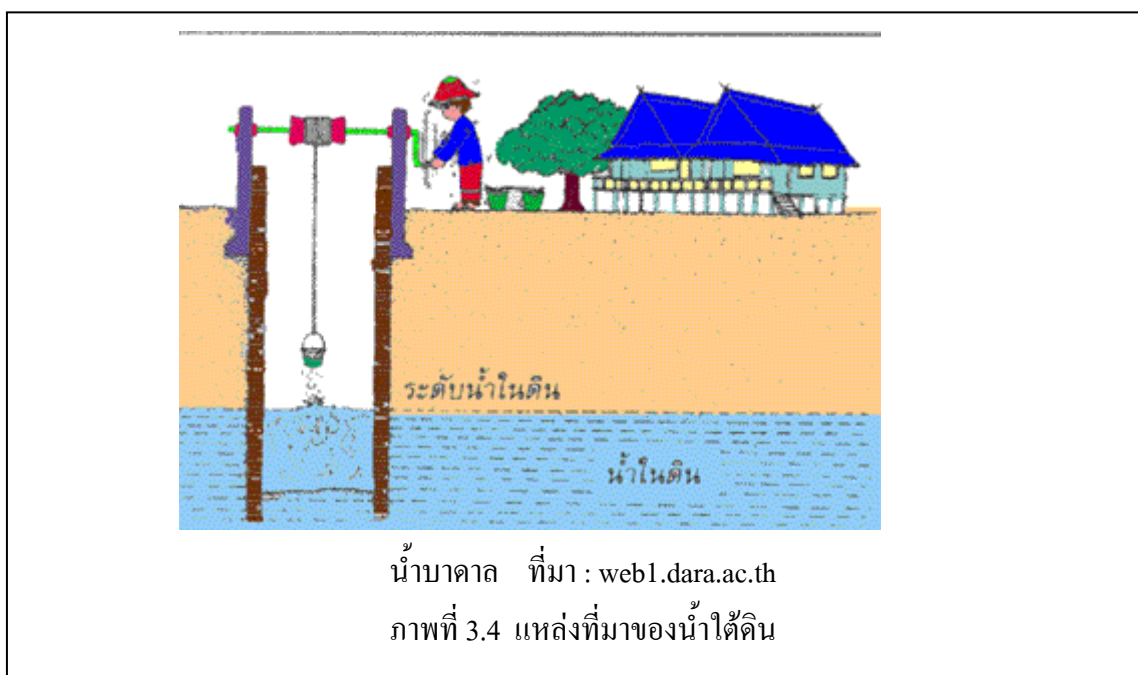
อ่างเก็บน้ำทั้งที่เป็นของกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตรวมกันประมาณ 60,000 ล้านลูกบาศก์เมตร

## 2.2 น้ำท่าหรือน้ำผิวพื้น (Surface water)



ได้แก่ น้ำจากแม่น้ำต่าง ๆ ลำน้ำธรรมชาติต่าง ๆ ห้วย หนองน้ำ คลอง บึง ตลอดจน อ่างเก็บน้ำ บริเวณดังกล่าวนับว่าเป็นแหล่งน้ำจืดที่สำคัญที่สุด น้ำจืดที่แช่แข็งอยู่ตามแอนตาร์กติกมาจากน้ำฝนหิมะ การไหลซึมออกมาจากน้ำใต้ดินแล้ว ไหลไปรวมกันตามแม่น้ำลำคลอง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำลำคลองของแต่ละแห่งบนพื้นโลกมีมาน้อยแตกต่างกันออกไป ถ้าหน้าอาจจะมามากในช่วงฤดูหนึ่ง แต่ในช่วงฤดูอื่นๆ ปริมาณน้ำจะลดน้อยลงไป

## 2.3 น้ำใต้ดิน (Underground water) ได้แก่ น้ำพุ น้ำบาดาล



น้ำใต้ดินเกิดจากน้ำผิวพื้นซึมผ่านดินชั้นต่าง ๆ ลงไปถึงชั้นดินหรือหินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impervious rocks) น้ำใต้ดินนี้จะไปสะสมตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของเนื้อดิน โดยเฉพาะชั้นดินเป็นกรวด ทราย หิน ปริมาณของน้ำที่ขังอยู่ในชั้นของดินหรือชั้นของหินดังกล่าวจะค่อย ๆ เพิ่มปริมาณมากขึ้นในฤดูฝน และลดปริมาณลงในฤดูแล้ง ปกติน้ำใต้ดินจะมีการไหลถ่ายเทระดับได้เช่นเดียวกับน้ำผิวพื้น ในเขตชนบทได้อาศัยน้ำใต้ดินเป็นน้ำดื่ม เนื่องจากแหล่งน้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำที่สะอาด โดยน้ำที่ขังอยู่ใต้ดินมาจากน้ำฝนที่ซึมผ่านการกรองของชั้นดิน หิน กรวด ทราย มาหลายชั้นแล้ว

### น้ำบาดาล เกิดมาจาก

1. การเย็นตัวของหินหลอมเหลวที่เย็นตัวลง ใอน้ำต่าง ๆ จะกลายเป็นน้ำแทรกอยู่ตามรอยต่อและช่องว่างของหินแร่เหล่านั้น
2. น้ำบาดาลเกิดขึ้นพร้อมการกำเนิดของหินชั้น ในขณะที่แร่ธาตุต่าง ๆ เกิดการตกตะกอนและแข็งตัวเป็นหิน น้ำก็จะเกิดการขังตัวหรือแทรกอยู่ตามรูพรุนในเนื้อหิน กลายเป็นน้ำบาดาลในชั้นกรวดทราย
3. น้ำบาดาลมาจากน้ำในบรรยากาศที่ตกสู่พื้นดินแล้วไหลลงแม่น้ำลำคลอง ทะเล หรือมหาสมุทรกลายเป็นน้ำผิวพื้น แต่บางส่วนจะไหลลงสู่ใต้ดิน และถูกกักเก็บไว้ในชั้นดินและหินเกิดเป็นน้ำบาดาล

การสูบน้ำใต้ดินไปใช้มากจนแผ่นดินทรุดตัว พบว่าชาวกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการใช้น้ำบาดาลจำนวนมาก ประมาณวันละ 1.5 ล้านลูกบาศก์เมตร ภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจใช้ประมาณวันละ 1.2 ล้านลูกบาศก์เมตร ทำให้ดินทรุดตัวลงทีละน้อยและทำให้เกิดน้ำท่วมขังได้ง่ายขึ้น

### 3. ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ มี 2 ด้าน คือ

#### 3.1 ปัญหาในด้านปริมาณน้ำ จำแนกเป็น 2 ประการ คือ

##### 3.1.1 การขาดแคลนน้ำหรือภัยแล้ง สาเหตุที่สำคัญได้แก่

- 1) ป่าไม้ถูกทำลายมาก โดยเฉพาะป่าต้นน้ำลำธาร
- 2) ลักษณะพื้นที่ไม่เหมาะสม เช่น ไม่มีแหล่งน้ำ ดินไม่ดูดซับน้ำ
- 3) ขาดการวางแผนการใช้และอนุรักษ์น้ำที่เหมาะสม
- 4) ฝนตกน้อยและฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน

##### 3.1.2 การที่มีน้ำมากเกินไป สาเหตุที่สำคัญได้แก่

- 1) ฝนตกหนักติดต่อกันนานๆ
- 2) ป่าไม้ถูกทำลายมาก ทำให้ไม่มีสิ่งใดจะช่วยดูดซับน้ำไว้
- 3) ภูมิประเทศเป็นที่ลุ่มและการระบายน้ำไม่ดี

4) น้ำทะเลหนุนสูงกว่าปกติ ทำให้น้ำจากแผ่นดินระบายลงสู่ทะเลไม่ได้

5) แหล่งเก็บกักน้ำตื้นเขินหรือได้รับความเสียหาย จึงเก็บน้ำได้น้อยลง

3.2 ปัญหาในด้านคุณภาพน้ำ สาเหตุที่พบบ่อยได้แก่

3.2.1 การทิ้งสิ่งของและการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้น้ำสกปรกและเน่าเหม็นจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ มักเกิดตามชุมชนใหญ่ ๆ ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ หรือท้องถิ่นที่มีโรงงานอุตสาหกรรม

3.2.2 สิ่งที่ปกคลุมผิวดินถูกชะล้างและไหลลงสู่แหล่งน้ำมากกว่าปกติ มีทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจการต่าง ๆ ซึ่งทำให้น้ำขุ่นได้ง่ายโดยเฉพาะในฤดูฝน

3.2.3 มีแร่ธาตุเจือปนอยู่มากจนไม่เหมาะแก่การใช้ประโยชน์ น้ำที่มีแร่ธาตุปนอยู่เกินกว่า 50 PPM (Part Per Million) หรือ มีแร่ธาตุเกินกว่า 50 ส่วนต่อน้ำ 1 ล้านส่วน เมื่อนำมาดื่มจะทำให้เกิดโรคนี้่วและโรคอื่นได้

3.2.4 การใช้สารเคมีที่มีพิษตกค้าง เช่น สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ ซึ่งเมื่อถูกฝนชะล้างลงสู่แหล่งน้ำจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

## 4 สาเหตุที่ทำให้น้ำเสีย

### 4.1 น้ำเสียจากบ้าน ร้านค้าและอาคารที่ทำการ

ชุมชนที่มีบ้านเรือนที่อยู่อาศัยหลาย ๆ หลังคาเรือน ย่านการค้าหรืออาคารที่ทำการ ล้วนจำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และใช้สอยในจุดประสงค์ต่าง ๆ น้ำที่ใช้นี้จะมีปริมาณหนึ่งซึ่งเป็นปริมาณส่วนใหญ่กลายเป็นน้ำทิ้งออกมา น้ำทิ้งนี้ส่วนมากจะเป็นน้ำจากส้วมและจากการชำระซักล้าง ซึ่งประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ สบู่ ผงซักฟอก เศษอาหาร ไขมัน สารอินทรีย์ และสิ่งปฏิกูลอื่น ๆ เจือปนอยู่ สารเหล่านี้เมื่อไหลลงสู่แม่ลำคลอง จะเกิดผลเสียสองประการใหญ่ ๆ คือ ประการแรกช่วยเพิ่มอาหารเสริมแก่พืชน้ำและสัตว์น้ำ ทำให้มีพืชน้ำและสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น เมื่อพืชน้ำและสัตว์น้ำตายไป จะทำให้เกิดสารอินทรีย์ในน้ำเพิ่มขึ้น สารอินทรีย์ที่มาจากน้ำทิ้งและที่เกิดเพิ่มขึ้นนี้ ถ้ามีจำนวนมากเมื่อถูกย่อยสลายโดยแอโรบิกแบคทีเรีย (Aerobic bacteria) ที่มีอยู่ในน้ำ ก็จะนำเอาออกซิเจนละลายในน้ำมาใช้ในอัตราที่สูงกว่าอัตราที่ออกซิเจนในอากาศละลายลงในน้ำ ทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนขึ้น อันเป็นสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมกับแอนแอโรบิกแบคทีเรีย (Anaerobic bacteria) ให้ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่อไป ทำให้น้ำกลายเป็นสีดำมีกลิ่นเหม็น ส่วนสารอื่น ๆ ที่ปนมา เช่น สารอนินทรีย์จะเพิ่มปริมาณสูงขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งไม่ได้มาตรฐานและเสียประโยชน์ใช้สอยไป นอกจากนี้ถ้ามีเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ที่เป็นอันตราย เช่น แบคทีเรีย และไวรัส ก็จะทำให้เกิดโรคได้

#### 4.2 น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำทิ้งจากระบบการผลิต ระบบการหล่อเย็น อาคารที่อยู่อาศัยและที่ทำการ ร้านค้าและโรงอาหารสารที่ปะปนมาอาจจะเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ กรดต่าง โลหะหนัก สารเคมีต่าง ๆ สารกัมมันตภาพรังสี สารพิษ ดินทรายและสิ่งปฏิกูลอื่น ๆ ซึ่งเมื่อทิ้งลงในแม่น้ำลำคลอง จะทำให้เพิ่มปริมาณสารเหล่านั้นหรือเกิดการเป็นพิษกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ เกิดการเน่าเหม็น เกิดสี กลิ่น และความไม่น่าดู

#### 4.3 ปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตร

ปุ๋ยหลักที่ใช้ในการเกษตร ได้แก่ สารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของฟอสเฟตสามารถยึดติดอยู่กับดินได้ จึงมีส่วนน้อยที่ไหลไปกับน้ำ ดังนั้นสารที่ทำให้เกิดปัญหาคือไนโตรเจน การใช้ปุ๋ยส่วนใหญ่มักใส่กันมากเกินไปที่พืชจะนำไปใช้ได้หมด เมื่อฝนตกน้ำฝนจะชะเอาไนโตรเจนไหลไปตามผิวดิน ลงสู่แม่น้ำลำคลอง ช่วยให้อาหารสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีเป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำเกิดสี กลิ่นและรส เมื่อสาหร่ายเหล่านี้ตายลงก็จะทำให้น้ำเน่าเหม็นและมีฟิโนลสูงขึ้น เกิดฝ้าขาวลอยอยู่ตามผิวน้ำ

#### 4.4 ผิวดินที่พังทลาย

ในพื้นที่รับน้ำบางแห่ง เช่น อ่างเก็บน้ำที่เสื่อมสภาพและมีการพังทลายของหน้าดิน จะทำให้น้ำมีความขุ่นสูง เกิดสี กลิ่น และรสได้

#### 4.5 การเลี้ยงปลุสัตว์

การเลี้ยงปลุสัตว์ ถ้าสัตว์เลี้ยงกินหญ้าที่คลุมหน้าดินมากเกินไปจะทำให้หน้าดินถูกน้ำกัดเซาะเมื่อฝนตก และเมื่อไหลลงในแหล่งรับน้ำก็จะเกิดปัญหาเช่นเดียวกับข้อ 4.4 นอกจากนี้มูลสัตว์ก็จะไหลลงไปในลำน้ำทำให้มีสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูง เกิดปัญหาเช่นเดียวกับข้อ 4.1 และ 4.3

#### 4.6 ยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช

ยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืชส่วนมากเป็นสารเคมีที่บางครั้งก็เป็นสารมีพิษ เมื่อถูกชะล้างลงไปในน้ำ ก็จะเป็นพิษแก่พืชและสัตว์ที่อยู่ในน้ำ หากเรานำน้ำไปใช้ก็จะได้รับอันตรายจากสารพิษนั้นด้วย

#### 4.7 ไฟฟ้า

ถ้าเกิดไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ที่เป็นแหล่งต้นกำเนิดน้ำจะทำให้มีขยะ ถ่าน ถ่านหิน คาร์บอนรวมทั้งสารมลพิษต่าง ๆ ไหลลงไปในแหล่งน้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำที่นำไปใช้สอยอีกทั้งอาจจะทำให้อ่างเก็บน้ำหรือแม่น้ำตื้นเขินเนื่องจากการสะสมของถ่านและตะกอนต่าง ๆ

#### 4.8 การใช้ที่ดินที่ขาดการควบคุม

การใช้ที่ดินสองข้างหรือรอบ ๆ แหล่งน้ำที่ขาดการควบคุมหรือการกำหนด จะทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของน้ำได้ ดังนั้น จึงควรกำหนดเขตหรือห้ามการขยายชุมชนหรือการตั้งโรงงานตามริมน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ในการทำประปา

#### 5. การวัดความเน่าเสียของน้ำ

**5.1 ดีโอ DO (Dissolved Oxygen)** คือ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l) ออกซิเจนเป็นดัชนีวัดคุณภาพของน้ำที่สำคัญ เพราะออกซิเจนเป็นธาตุที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและป้องกันไม่ให้น้ำเน่าเหม็น

ตัวอย่าง เช่น เก็บตัวอย่างน้ำ 1 ลิตรโดยให้น้ำไหลเข้าขวดช้า ๆ ไม่ให้เกิดฟองอากาศ และปิดจุกโดยต้องไม่มีช่องว่างระหว่างของอากาศภายในขวดเลย และนำไปตรวจสอบมีออกซิเจนละลายอยู่ในปริมาณเท่าไร เช่น น้ำในแม่น้ำบางปะกง มีค่า DO เท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หมายความว่า ในน้ำ 1 ลิตร มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ 5 มิลลิกรัม โดยปกติน้ำในธรรมชาติต้องมีค่า DO ประมาณ 6-8 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำเสีย

**5.2 โอดี OD (Oxygen Demand)** คือ ความต้องการออกซิเจน ของจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เนื่องจากสิ่งสกปรกในน้ำทิ้งมีหลายชนิดปนกัน เป็นการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จะต้องใช้ในการทำปฏิกิริยากับสิ่งสกปรก

**5.2.1 บีโอดี BOD (Biochemical Oxygen Demand)** คือ ค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำทิ้งที่หาได้โดยขบวนการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้คือปริมาณ BOD จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาชีวเคมีระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ กว่าสารอินทรีย์จะถูกทำลายหมดจะใช้เวลาหลายสิบวัน ตามมาตรฐานจึงวัดค่า BOD ทั้งหมดในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °C ในน้ำที่ไม่มีแสงสว่าง หรือเขียนว่า BOD<sub>5</sub> เช่น น้ำในคลองแสนแสบ มีค่า BOD<sub>5</sub> 120 มิลลิกรัมต่อลิตร หมายความว่า ในน้ำ 1 ลิตร ต้องการออกซิเจน 120 มิลลิกรัมในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ค่า BOD มากกว่า 100 มิลลิกรัมจัดเป็นน้ำเสีย

##### ประโยชน์ของค่า BOD

- ใช้ในการประมาณค่าออกซิเจนที่ต้องการในการควบคุมและลดปริมาณหรือบำบัดสารอินทรีย์ที่จะก่อให้เกิดปัญหา
- ใช้ในการกำหนดขนาด และระดับของระบบบำบัดน้ำเสีย
- ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของขบวนการบำบัดบางส่วน
- ใช้ในการควบคุมความสกปรกของแหล่งน้ำผิวดินต่าง ๆ ว่าควรจะทำจัดสารอินทรีย์ที่จะ



ทิ้งลงน้ำแฉ่ไหน เพื่อให้มีระดับออกซิเจนในแหล่งน้ำตามต้องการ

**5.2.2 ซีโอดี COD (Chemical Oxygen Demand)** คือ ค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำทิ้ง ที่หาได้โดยวิธีการทางเคมี หรือค่า COD เป็นค่าที่แสดงถึงความสกปรกของน้ำเสีย ปริมาณ สารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำทิ้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ โดยปกติการวิเคราะห์ค่า ความสกปรกของน้ำ ค่า COD จะสูงกว่าค่า BOD เสมอ สาเหตุที่ค่า COD สูงกว่าค่า BOD เนื่องจาก สารอินทรีย์ทุกอย่างในน้ำทิ้งไม่ว่าจะเป็น สารที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้หรือไม่ก็ตาม จะถูกโพแทสเซียมไดโครเมต ( $K_2Cr_2O_7$ ) ในสารละลายกรดของการวิเคราะห์ค่า COD ย่อยสลาย ทำลายหมด

### ตารางที่ 3.1 มาตรฐานคุณภาพแม่น้ำ

ระดับปริมาณออกซิเจนละลาย (DO)	คุณภาพน้ำ	การใช้ประโยชน์
6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป	ดี (ประเภท 2)	การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำ กีฬาทางน้ำ การอุปโภคและบริโภค โดยต้องทำการฆ่าเชื้อโรคและปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน
ระหว่าง 4.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	พอใช้ (ประเภท 3)	การเกษตร การอุปโภคและบริโภค โดยต้องทำการฆ่าเชื้อโรคและปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน
ระหว่าง 2.0 - 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	เสื่อมโทรม (ประเภท 4)	การอุตสาหกรรม การอุปโภคและบริโภค โดยต้องทำการฆ่าเชื้อโรคและปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
ระหว่าง 2.0 - 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	เสื่อมโทรมมาก (ประเภท 5)	การคมนาคม

### 6. มาตรฐานคุณภาพแม่น้ำเจ้าพระยา แบ่งออกเป็น 3 เขต

**6.1 เขต 1** จากนครสวรรค์ที่จุดบรรจบของแม่น้ำน่านและปิง ถึง กม.ที่ 150 อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา กำหนดให้เป็นเขตคุณภาพน้ำประเภท 2

**6.2 เขต 2** จาก อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา ถึง กม.ที่ 62 อ.เมือง จ.นนทบุรี กำหนดให้เป็นเขตคุณภาพน้ำประเภท 3

**6.3 เขต 3** จาก อ.เมือง จ.นนทบุรี ถึง กม.ที่ 10 บริเวณเจดีย์กลางน้ำ จ.สมุทรปราการ กำหนดให้เป็นเขตคุณภาพน้ำประเภท 4

### กิจกรรม 3.1 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำ

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ
2. อธิบายสรุปได้ว่าแหล่งน้ำใดปริมาณออกซิเจนละลายอยู่มากที่สุด

#### อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำประปา น้ำบ่อ น้ำฝน น้ำจากแม่น้ำหรือลำคลอง
2. หลอดทดลอง จำนวน 4 หลอด
3. สารละลายเมธิลีนบลู
4. กระบอกตวงสาร

#### วิธีทำ

1. นำน้ำตัวอย่างตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำประปา น้ำบ่อ น้ำฝน น้ำจากแม่น้ำหรือลำคลองใส่หลอดทดลอง หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ใส่สารละลายเมธิลีนบลูในน้ำตัวอย่าง หลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. สังเกตการเปลี่ยนสีของสารละลายเมธิลีนบลู ในตัวอย่างแหล่งน้ำต่าง ๆ บันทึกผลการทดลอง

#### ข้อควรรู้

1. สารละลายเมธิลีนบลู เป็นอินดิเคเตอร์ที่ใช้ตรวจหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำอย่างง่าย ๆ
2. สารละลายเมธิลีนบลู มีสีน้ำเงิน ถ้าปริมาณออกซิเจนในน้ำมีปริมาณมากสีสารละลายเมธิลีนบลู ยังคงเป็นสีน้ำเงิน แต่ถ้าปริมาณออกซิเจนในน้ำมีปริมาณน้อยสีสารละลายเมธิลีนบลูเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนหรือใส

#### ตารางบันทึกผลกิจกรรม

ตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ	การเปลี่ยนสีของสารละลายเมธิลีนบลู
น้ำประปา	
น้ำบ่อ	
น้ำฝน	
น้ำจากแม่น้ำหรือลำคลอง	

#### คำถาม

1. จากการทดลองจงเรียงลำดับแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด

.....  
.....



## 7. หลักการบำบัดน้ำเสีย

### 7.1 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ

เป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น แร่ง โน้มถ่วง แร่งเหวียง แร่งหนีศูนย์กลาง การกรองด้วยตระแกรง การทำให้ลอย การตัดย่อย รานด์กรวดทราย การปรับสภาพการไหล การแยกด้วยแร่งเหวียง การตกตะกอน เป็นต้น เพื่อกำจัดหรือขจัดเอาสิ่งสกปรกออกจากน้ำเสีย โดยเฉพาะสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำ จึงนับเป็นหน่วยบำบัดน้ำเสียขั้นแรกที่ถูกนำมาใช้ก่อนที่น้ำเสียจะถูกนำไปบำบัดขั้นต่อไป

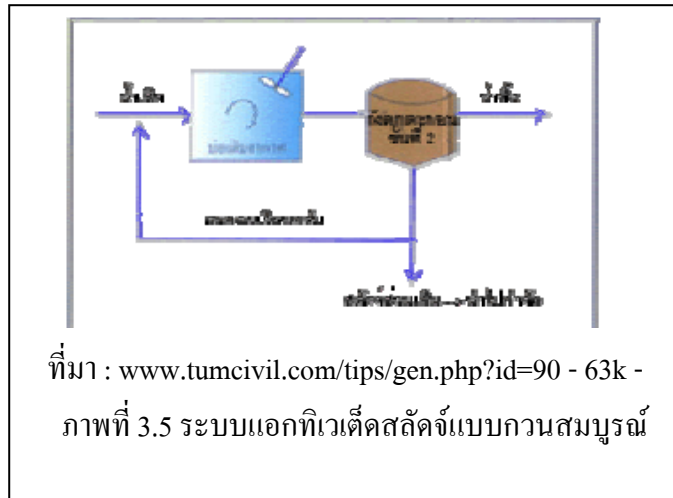
7.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยา เป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำโดยจุลินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งพวกใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน นอกจากนี้ยังอาศัยพืชน้ำบางชนิดช่วยบำบัด เช่น ผักตบชวา จอก บัว กก เป็นต้น การบำบัดในขั้นนี้มีหลายระบบ เช่น

#### 7.2.1 ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated sludge process)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated Sludge) เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

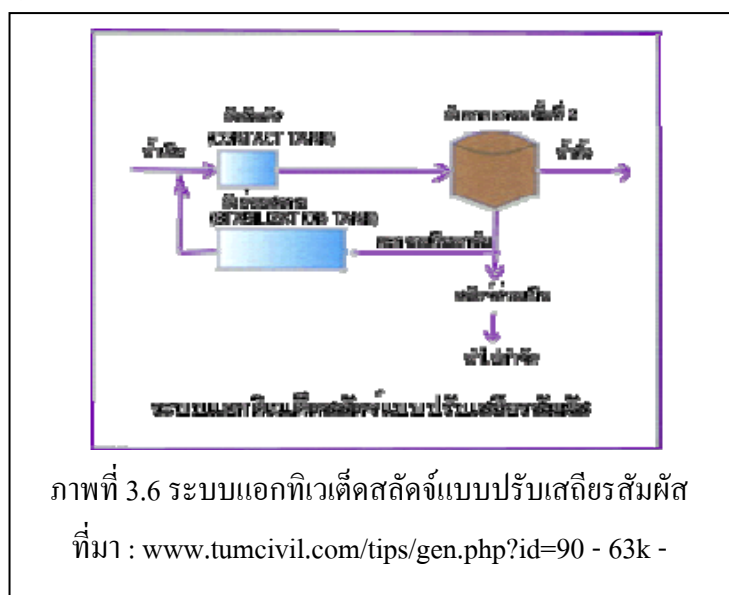
ในปัจจุบัน ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น

1) ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge; CMAS)



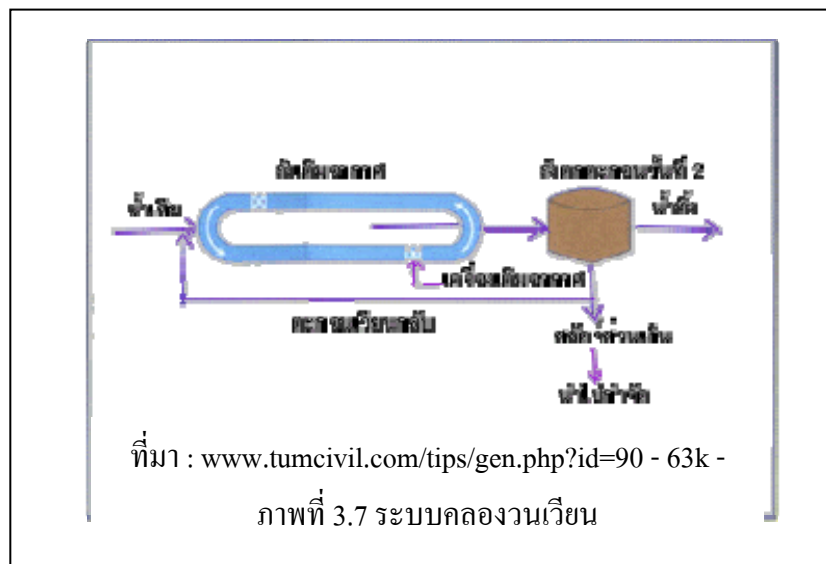
ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะต้องมีถังเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบแบบนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียจะกระจายไปทั่วถึง และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง (Uniform Population)

2) ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS)



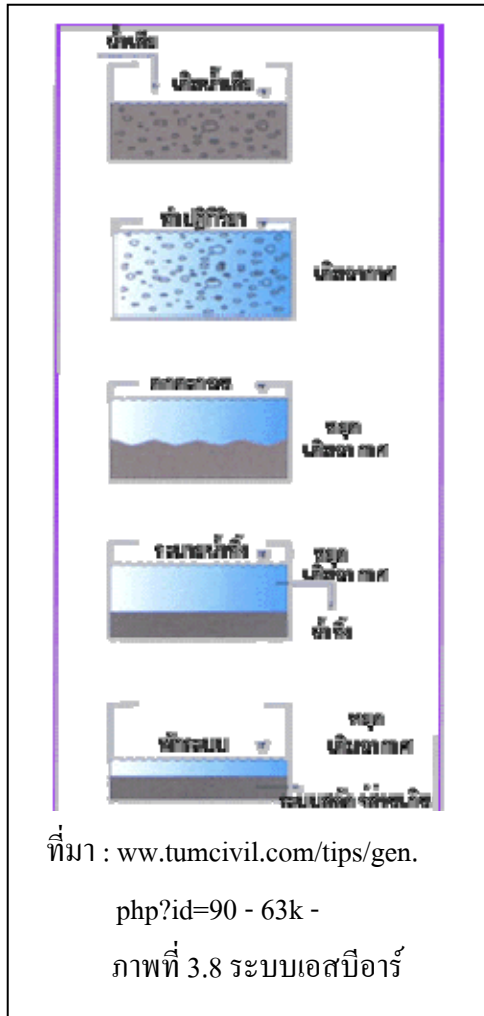
ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถัง อีตระจากกัน ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สูบมาจากถังตั้งตกตะกอนชั้นสองจะถูกส่งมาเติมอากาศใหม่ในถังย่อยสลาย จากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในถังสัมผัสนี้ ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนชั้นที่สองเพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบ และตะกอนที่กั้นถึงส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลาย และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ทั่วไป ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียสี่พระยา ของกรุงเทพมหานคร ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

### 3) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch; OD)



ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ รูปแบบของถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงรีหรือวงกลม ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศ และรูปแบบการกวนที่ใช้เครื่องกลเติมอากาศตีน้ำในแนวนอน (Horizontal Surface Aerator) รูปแบบของถังเติมอากาศลักษณะนี้จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า แอน็อกซิก (Anoxic Zone) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนละลายในน้ำทำให้นิโตรเจนไนโตรเจน ( $\text{NO}_3^-$ ) ถูกเปลี่ยนเป็นแก๊สไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ ) โดยแบคทีเรียจำพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrosomonas Spp. และ Nitrobacter Spp.) ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ ได้แก่ เทศบาลตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี มี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแสนสุขเหนือ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 14,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 12 ไร่ และระบบบำบัดน้ำเสียแสนสุขได้ ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 9,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 12 ไร่



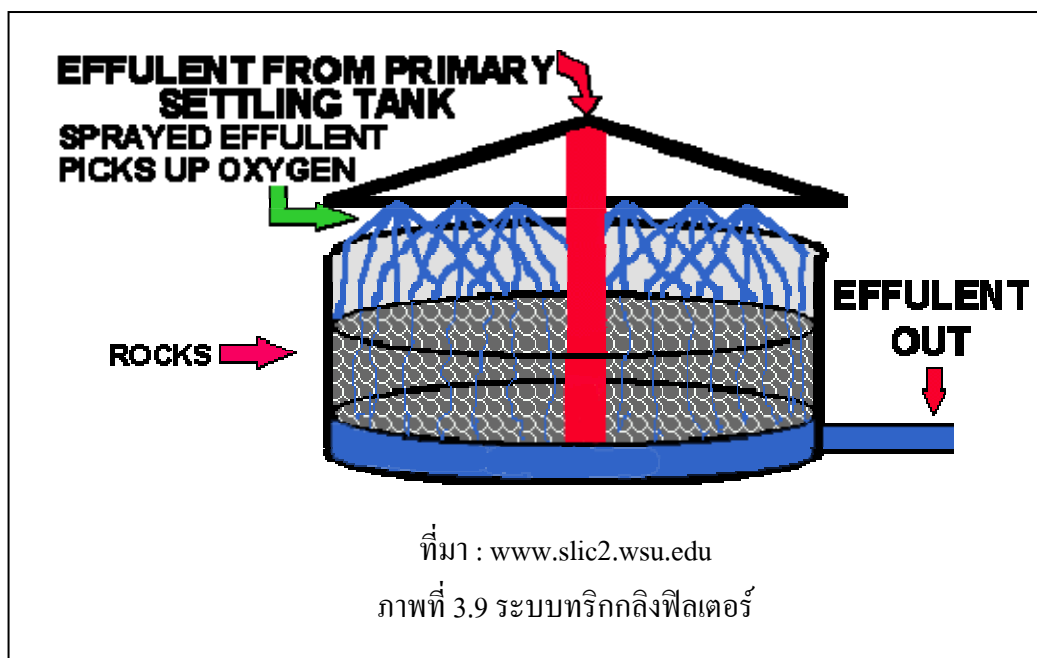
4) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกริยาเดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้

- 1.) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ
- 2.) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)
- 3.) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกริยา
- 4.) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด
- 5.) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่

โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ ได้แก่ โครงการระบบบำบัดน้ำเสียนานาชา ของกรุงเทพมหานคร หรือเรียกว่า Cyclic Activated Sludge System ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 200,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

### 7.2.2 ระบบทริกกลิ่งฟิลเตอร์ (trickling filter)

หลักการคือ จะมีถังสูงประมาณ 3-5 เมตร ด้านในถังจะใส่ตัวกลาง ซึ่งใช้ได้ทั้งที่เป็นหินและพลาสติก ตัวกลางบางแบบมีลักษณะเป็นชั้น ๆ บางครั้งทำเป็น Module ประกอบเป็นท่อน ๆ สมัยก่อนใช้หินขนาด 2-4 นิ้ว แต่หินมีน้ำหนักสูงพื้นที่ผิวต่ำ ต่อมาจึงเลิกใช้หิน น้ำจะไหลผ่านตัวกลางซึ่งตัวกลางจะขึ้นตลอดเวลา มีแบคทีเรียเกาะอยู่รอบ ๆ ตัวกลาง ซึ่งพอทำงานต่อไปจะมีแบคทีเรียรอบตัวกลางหนาขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดแรงเกาะของแบคทีเรียจะเสียด้านบนของตัวกลางจะหลุดไป ฉะนั้นน้ำที่ล้นออกไปถึงแม้จะมีค่า BOD ต่ำแต่ของแข็งแขวนลอยสูง ต้องมีถังตะกอนในช่วงท้าย เพื่อให้แบคทีเรียตกตะกอน



### 7.2.3 ระบบบ่อบอกซิเดชัน (Oxidation pond)

ระบบบำบัดน้ำเสีย "บึงมักกะสัน" เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติที่เรียกว่าระบบ Oxidation Pond หรือ "ระบบ สายลมแสงแดด" ซึ่งมีลักษณะเป็นบ่อดิน ลึก 0.5 - 2 เมตร และแสงสว่างสามารถส่องลงไปใต้น้ำภายในบ่อได้ มีการปลูกผักตบชวาในบ่อ เพื่อดูดซับสารอาหารและโลหะหนักจากน้ำในบ่อ เป็นการทำงานร่วมกันของพืชน้ำ (สาหร่าย) กับแบคทีเรียในช่วงกลางวัน สาหร่ายจะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำและแสงแดด ดำเนินกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) เพื่อผลิตคาร์โบไฮเดรตสำหรับการเติบโตและการขยายพันธุ์ของตนเอง พร้อมกับปลดปล่อยแก๊สออกซิเจนสำหรับให้แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเปรียบเทียบกับ "บึงมักกะสัน" เป็นเสมือนหนึ่ง "ไถธรรมชาติ" ของ กรุงเทพมหานคร ดังความตอนหนึ่งของพระราชดำรัสว่า "...ในกรุงเทพฯ ต้องมีพื้นที่หายใจ



แต่ที่นี้เราถือว่าเป็นไตกำจัดสิ่งสกปรกและโรค สวนสาธารณะถือว่าเป็นปอด แต่ที่นี้เหมือนไต  
ฟอกเลือด ถ้าไตทำงานไม่ดีเราตาย อยากให้เข้าใจหลักของความคิดอันนี้...."



#### 7.2.4 ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

ระบบบำบัดน้ำเสีย "บึงพระราม 9" เป็นอีกระบบหนึ่งที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว  
ได้พระราชทานพระราชดำริ เป็นระบบที่ใช้กระบวนการทางชีววิทยาผสมผสานกับเครื่องกลเติม  
อากาศแบบ "สระเติมอากาศชีวภาพบำบัด" เป็นหลัก โดยโปรดเกล้าฯ พระราชทานพระราชดำริว่า  
"การใช้วิธีทางธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น จำเป็นต้องใช้  
เครื่องเติมอากาศลงไปในน้ำ โดยทำเป็นระบบสระเติมอากาศ (aerated lagoon)" เป็นการให้  
แบคทีเรียเป็นตัวกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง ด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจนในสระอากาศ (aerated  
lagoon) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จึงจำเป็นต้องมีแก๊สออกซิเจนในน้ำอย่างพอเพียงตลอดขั้นตอนนี้แล้ว  
ให้น้ำไหลออกจากสระดังกล่าวไปสู่บ่อกึ่งไร้อากาศ (facultative pond) เพื่อการตกตะกอนและการ  
ขจัดสารอินทรีย์คงเหลือ โดยให้เวลาแก่กระบวนการดังกล่าว 2 - 4 ชั่วโมง ต่อจากนั้นจึงปล่อยน้ำใส  
ซึ่งเป็นน้ำเสียที่บำบัดแล้ว จากบ่อกึ่งไร้อากาศกลับคืนสู่คลองลาดพร้าว ซึ่งเป็นคลองส่งน้ำเสียลงสู่  
บึงมักกะสันแต่แรก



**7.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี** โดยการเติมสารเคมี เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ เช่น ทำให้ตกตะกอน การฆ่าเชื้อโรคโดยการเติมคลอรีน หลังจากนั้นผ่านกระบวนการดั่งคลอรีนออกก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำและอาจเติมออกซิเจนลงในน้ำก่อนทิ้งไป โดยปล่อยน้ำให้ไหลลงมาช้า ๆ เป็นชั้น ๆ คล้ายบันได

## 8. การอนุรักษ์น้ำ

ดังได้กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า น้ำมีความสำคัญและมีประโยชน์มหาศาล เราจึงควรช่วยแก้ไขปัญหาน้ำเสียหรือการสูญเสียทรัพยากรน้ำด้วยการอนุรักษ์น้ำ ดังนี้

8.1 การใช้น้ำอย่างประหยัด การใช้น้ำอย่างประหยัดนอกจากจะลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าน้ำลงได้แล้ว ยังทำให้ปริมาณน้ำเสียที่จะทิ้งลงแหล่งน้ำมีปริมาณน้อย และป้องกันการขาดแคลนน้ำได้ด้วย

8.2 การสงวนน้ำไว้ใช้ ในบางฤดูหรือในสภาวะที่มีน้ำมากเหลือใช้ ควรมีการเก็บน้ำไว้ใช้ เช่น การทำบ่อเก็บน้ำ การสร้างโอ่งน้ำ ขุดลอกแหล่งน้ำ รวมทั้งการสร้างอ่างเก็บน้ำ และระบบชลประทาน

8.3 การพัฒนาแหล่งน้ำ ในบางพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ จำเป็นที่จะต้องหาแหล่งน้ำเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถมีน้ำไว้ใช้ ทั้งในครัวเรือนและในการเกษตร ได้อย่างพอเพียง ปัจจุบันการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้กำลังแพร่หลายมากขึ้นแต่อาจมีปัญหาเรื่องแผ่นดินทรุด

8.4 การป้องกันน้ำเสีย การไม่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลและสารพิษลงในแหล่งน้ำ น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล ควรมีการบำบัดและขจัดสารพิษก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

8.5 การนำน้ำเสียกลับไปใช้น้ำที่ไม่สามารถใช้ได้ในการอย่างหนึ่ง อาจใช้ได้ในการอีก  
กิจการหนึ่ง เช่น น้ำทิ้งจากการล้างภาชนะอาหาร สามารถนำไปรดต้นไม้ได้

#### 8.6 การปลูกป่า

พระราชดำรัส 24 มกราคม 2520 (ที่มา : สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
2550. ออนไลน์)

“การปลูกป่าทดแทนจะต้องทำอย่างมีแผน โดยดำเนินการไปพร้อมกับการพัฒนาชาวเขา  
ในการนี้ เจ้าหน้าที่ป่าไม้ ชลประทาน และฝ่ายเกษตรจะต้องร่วมกันสำรวจต้นน้ำในบริเวณพื้นที่  
รับผิดชอบ เพื่อวางแผนปรับปรุงต้นน้ำและพัฒนาอาชีพราษฎรได้อย่างถูกต้อง สำหรับต้นไม้ที่จะ  
ปลูกทดแทนป่าไม้ที่ถูกทำลายนั้น ควรใช้ต้นไม้โตเร็วที่มีประโยชน์หลาย ๆ ทางคละกันไป และ  
ควรปลูกพืชคลุมแนวร่องน้ำต่าง ๆ เพื่อยึดผิวดินและให้เก็บรักษาความชุ่มชื้นไว้ นอกจากนั้นจะต้อง  
สร้างฝายเล็กเพื่อหนูนน้ำส่งไปตามเหมือง ไปใช้พื้นที่เพาะปลูกทั้ง 2 ด้าน ซึ่งจะทำให้น้ำค่อย ๆ  
แผ่ขยายออกไปตามความชุ่มชื้นให้บริเวณนั้นด้วย ในการนี้จะต้องอธิบายให้ราษฎรรู้ว่า การที่  
ปริมาณน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติลดลงนั้น ก็เพราะมีการทำลายป่าต้นน้ำโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์”

8.7 ออกกฎหมายควบคุม เกี่ยวกับการใช้น้ำ สิทธิการใช้น้ำ การควบคุมการแจกจ่ายน้ำ  
บนพื้นดินให้ได้ประโยชน์อย่างทั่วถึง

8.8 ให้การศึกษา และประชาสัมพันธ์ ให้ประชาชน ตระหนักถึงปัญหาของการขาดแคลนน้ำ  
เพื่อให้รู้จักอนุรักษ์น้ำไว้ใช้ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และนานที่สุด

### 9. พระปรีชาญาณในการจัดการทรัพยากรน้ำ



ภาพที่ 3.12 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

(ที่มา : สำนักบริการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . 2550. ออนไลน์)

พระ ปรี ชา ญา ณ ค์ าน นี้ ของ  
พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเป็นที่ประจักษ์ต่อ  
สายตาของนักวิชาการและพสกนิกรของท่าน  
อย่างชัดเจนตลอดมา นับตั้งแต่พระองค์ทรงขึ้น  
ครองราชย์เนื่องจากพระองค์ท่านได้ตระหนักถึง  
ความสำคัญของทรัพยากรน้ำต่อการดำรงชีวิต  
ของพสกนิกรของท่าน ดังพระราชดำรัส  
พระราชทานแก่ผู้อำนวยการสำนักงาน  
คณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการ

อันเนื่องมาจากพระราชดำริและคณะ ๓ สวณจิตรลดา เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2529 ว่า

"หลักสำคัญต้องมีน้ำบริโภค น้ำใช้ น้ำเพื่อการเพาะปลูกเพราะว่าชีวิตอยู่ที่นั่น ถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้ ไม่มีไฟฟ้าคนอยู่ได้ แต่ถ้ามีไฟฟ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้ "

หลักการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงใช้ในการวินิจฉัยการพัฒนาแหล่งน้ำนั้น สอดคล้องกับหลักของการจัดการลุ่มน้ำในส่วนที่เรียกว่าการบูรณะสภาพของลุ่มน้ำเป็นอย่างยิ่ง แต่พระราชดำรินั้นละเอียดอ่อนและบูรณาการอย่างรอบด้าน พระองค์ท่านได้มีพระราชดำรัสไว้ว่า

"การพัฒนาแหล่งน้ำนั้น ในหลักใหญ่ก็คือการควบคุมน้ำให้ได้ดังประสงค์ทั้งปริมาณและคุณภาพ กล่าวคือเมื่อน้ำมีปริมาณมากเกินไปก็ต้องหาทางระบายออกให้ทันการณ์ ไม่ปล่อยให้เกิดความเดือดร้อนเสียหายได้ และในขณะที่เกิดภาวะขาดแคลนก็จะต้องมีน้ำกักเก็บไว้ใช้อย่างเพียงพอ ทั้งมีคุณภาพเหมาะสมแก่การเกษตร การอุตสาหกรรม และการอุปโภคบริโภค ปัญหาอยู่ที่ว่าการพัฒนาแหล่งน้ำอาจจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบ้าง แต่ถ้าไม่มีการควบคุมน้ำที่ดีพอแล้วเมื่อเกิดภัยธรรมชาติขึ้นก็จะก่อให้เกิดความเดือดร้อนสูญเสียทั้งในด้านเศรษฐกิจและในชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง"

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำโดยเฉพาะที่ให้ประโยชน์แก่ชุมชนในชนบทนั้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงใช้หลักการให้ราษฎรเข้ามามีส่วนร่วมและโครงการนั้น ๆ ควรเป็นโครงการอเนกประสงค์ ดังเช่น พระราชดำริ ๓ หมู่บ้านสหกรณ์สันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 4 มีนาคม 2519 ใจความว่า

"การสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อรับน้ำฝนเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอกับการเพาะปลูกในฤดูแล้ง เพราะปริมาณน้ำมีน้อย ตลอดจนอัตราการซึมและการระเหยสูงจึงต้องทำการสำรวจแหล่งน้ำอย่างจริงจัง ทั้งในบริเวณโครงการฯ และนอกเขตพื้นที่โครงการฯ แม้จะเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ ก็ปิดกั้นไว้เพื่อให้ปริมาณน้ำค่อย ๆ เพิ่มขึ้น สำหรับร่องน้ำที่ไม่มีกระแสแต่พอมีความชื้นอยู่บ้างก็ควรสำรวจน้ำใต้ดินและปลูกพืชชนิดโตเร็วมีลักษณะต้นเตี้ยและมีใบมาก เพื่อคลุมร่องน้ำอันเป็นการช่วยรักษาและแผ่ขยายความชื้น ทั้งนี้ต้องปรึกษาและขอความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ป่าไม้ ผลพลอยได้ที่จะได้รับจากการกั้นฝายก็คือ ปุ๋ยธรรมชาติที่ตกตะกอนอยู่ตามสันฝาย ซึ่งสามารถนำขึ้นมาใช้ในแปลงเพาะปลูกได้ การหาแหล่งน้ำอีกวิธีหนึ่งก็คือ การเจาะเพื่อนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ซึ่งราษฎรที่เคยอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นเคยทำมาแล้ว สิ่งสำคัญที่สุดก็คือ เจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายและราษฎรจะต้องร่วมมือและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อผลประโยชน์ของส่วนรวม"

พระราชดำริในการพัฒนาแหล่งน้ำของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวนั้น มิได้ทรงมุ่งพิจารณาอยู่แต่การคิดเก็บกักน้ำโดยอ่างน้ำหรือฝายเล็ก ๆ บริเวณต้นน้ำลำธารเท่านั้น แต่เป็นการ

มุ่งพัฒนาแบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้ทรัพยากรทุกอย่างในพื้นที่ลุ่มน้ำพร้อม ๆ กันไป โครงการหลวงพัฒนาต้นน้ำหน่วยที่ 14 ปางหินฝน จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหนึ่งในหลายพื้นที่ที่ พระองค์ท่านให้พระราชดำริไว้เมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2522 ว่า



"การจัดทำโครงการใด ๆ ก็ตาม ประการแรกจะต้องคำนึงถึง การพัฒนาที่ทำกินสำหรับคนงานในโครงการฯ ตลอดจน ราษฎรในบริเวณนั้นให้เพียงพอเสียก่อน ทั้งนี้ต้องทำการ ตรวจสอบแหล่งน้ำอย่างกว้างขวางเพื่อทำฝายเล็ก ๆ กันเพื่อเก็บ กักน้ำและหาทางผันน้ำมาใช้ในแปลงเพาะปลูก"

ถัดจากพื้นที่ต้นน้ำลำธารลงมาสู่พื้นที่ตอนกลางของกลุ่มน้ำก่อนถึงพื้นที่ลุ่มที่ใช้ทำนาใน หลายพื้นที่มักมีแหล่งที่สามารถพัฒนาเป็นแหล่งน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่เพื่อเอื้ออำนวยน้ำ ทั้งด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และใช้ในครัวเรือนได้อย่างมากนั้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีพระวิจรรณญาณที่ล้ำลึก เชื่อมโยงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อประโยชน์อเนกประการแก่ชุมชน ได้ลุ่มน้ำได้อย่างละเอียดละออ ดังที่เห็นได้จากพระราชดำริที่ให้ไว้กับโครงการเขื่อนเก็บกักน้ำ คลองท่าด่าน จังหวัดนครนายก เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2519 ดังนี้



"วัตถุประสงค์สำคัญของโครงการฯ ประการแรกคือ การกักน้ำไว้สำหรับส่งไป ยังพื้นที่เพาะปลูกได้ สม่าเสมอตลอดปี อันจะทำให้สามารถทำการเพาะปลูก ได้ถึงปีละ 2 ถึง 3 ครั้ง นอกจากนั้นยังสามารถผลิต กระแสไฟฟ้าสำหรับใช้ในตัวเมือง และใช้เป็นพลังงาน สำหรับการชลประทานในพื้นที่ราบ เช่น การสูบน้ำไป ยังพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นที่ดอน ตลอดจนสามารถ

ป้องกันอุทกภัยได้อย่างได้ผลอีกด้วย ในการดำเนินการสำรวจจะต้องพิจารณาตัดถนนเชื่อมโยง ระหว่างเส้นทางคมนาคมที่มีอยู่แล้วกับหัวงาน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์ธรรมชาติด้วย ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นทางลำเลียง ขนส่ง และเป็นการสะดวกในการดูแลป้องกันการลักลอบทำลายต้นน้ำ สำหรับตัวเขื่อนก็ควรดำเนินการสร้างโดยรีบด่วน โดยระหว่างการทำก่อสร้างการทำงานชั่วคราวปิดกั้น ทางน้ำ ต้องหาวิธีผันน้ำไปตามทางน้ำเดิม เพื่อไม่ให้ราษฎรใช้น้ำเดือดร้อน ในขณะเดียวกัน

ควรสำรวจแนวที่ขุดคลองส่งน้ำ โดยมีอ่างกักน้ำเป็นระยะ ๆ เพื่อให้สามารถจ่ายน้ำได้อย่างทั่วถึงเมื่อโครงการเสร็จสมบูรณ์แล้ว”



ภาพที่ 3.15 เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

“เขื่อนป่าสักที่ตอนแรกนี้ก็จะทำได้ 1,350 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่ว่าแก้ไปแก้มาก็เหลือ 750 ล้านกว่า ๆ แม้เขื่อนป่าสักเขื่อนเดียวอย่างนี้ก็ตาม ตัวเลขที่ให้ไว้ตะกี้ก็พอ พอสำหรับการบริโภค แน่นอมนไม่แห้งถ้าไปเติมอีกโครงการที่นครนายกอีก 240 ล้านคือ นั่นคนจะต้องเริ่มเอะอะ เวลาฟังว่า แม่ น้ำนครนายกเพราะว่าเอะอะเดี๋ยวจะทำที่ต้องบุกป่าต้องบุกอุทยานแห่งชาติ ไม่ใช่ตอนนี้ ะยะนี้จะไม่สร้างใน

ป่าสงวน ในป่าของอุทยาน หรือถ้าเข้าไปหน่อยก็จะไม่มีต้นไม้ มีแต่กล้วยไม้ อันนี้ที่จะสร้างที่ใกล้บ้านท่าด่านที่บ้านท่าด่านนี้ มีคนเค้ามักมีการคัดค้านบอกว่า มีโครงการพระราชดำริอยู่ที่นั่น มีสายท่าด่านซึ่งสร้างมาเป็นเวลาเกิน 10 ปีแล้ว บริการเกษตรกรในเขตของนครนายก ทำให้ได้น้ำสำหรับการเกษตรกรรมประมาณหมื่นกว่าไร่ สายอันนั้นเป็นสายที่ใหญ่ สายอันนั้นจะต้องถูกรอบ เพราะว่าพระราชดำรินั้นก็เป็นความคิดของพระราชฯ ถ้าหากความคิดของพระราชานั้นจะต้องไม่ได้ก็หมายความว่า เมืองไทยนี้ไม่มีความก้าวหน้า แต่ว่าสายอันนั้นตามพระราชดำริได้บริการประชาชนมาเป็นเวลานานแล้วก็ได้ผลคุ้มค่าแล้ว ตอนนี้จะสร้างอะไรที่มากลบโครงการพระราชดำรินี้ก็ต้องอนุญาต”



ภาพที่ 3.16 แม่น้ำปากพนัง

แล้วก็ทรงยกตัวอย่างที่ โครงการปากพนังว่า ...

“ส่วนหนึ่งที่จะแจ้งให้ได้ว่ากำลังทำอยู่ คือโครงการที่ปากพนัง ปากพนังเมื่อสองสามปีนี่ต้องไปช่วยแล้ว ก็มีโครงการของทางราชการทั้งทางทหารพลเรือนต้องไปช่วย แม่น้ำบริโภคของอำเภอปากพนังนั้น ต้องบรรทุกรถไปให้ การบรรทุกรถไปให้นี้ท่านนักเศรษฐกิจต่าง ๆ ก็ยอมทราบดีว่า มันขาดทุนแค่ไหน”

ถ้าหากสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ สิ้นเงินเป็นสิบ ๆ ล้านหรือร้อยล้าน ถ้าหากว่าสร้างแล้วจะสามารถที่จะบริการประชาชนได้ โดยไม่ต้องบรรทุกรถด้วยรถ การบรรทุกรถด้วยรถจะต้องใช้เงินงบประมาณเป็นร้อย ๆ ล้าน อย่างคนที่ไม่ได้คิดเมื่อครั้งมีผู้อพยพเขมรที่เขาอีต้าง อันนั้นต้องบรรทุกรถน้ำมาจากห้วยชัน ใช้รถบรรทุกรถมาทุกวันหลาย ๆ คันรถ ซึ่งคำนวณดูแล้ว ค่าน้ำมัน ค่าบริการ



ค่าสึกหรอนั้นเป็นล้าน ๆ บาท จึงได้ขอให้สร้างอ่างเก็บน้ำใกล้กับเขาด่าง แล้วก็ให้ขอทางสหประชาชาติให้ช่วย ลงท้ายสร้างเท่ากับได้น้ำฟรีเลยไม่ต้องบรรทุก ต่อต่อมาแล้วก็อยู่สบายประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งมาเป็นมากมาย เป็นล้าน ๆ บาท ก็เช่นเดียวกันที่ภาคใต้ที่ปากพนังทำโครงการ เดียวนี้กำลังดำเนินอยู่แล้วก็หวังว่าจะเสร็จภายใน 3 ปี ภายใน 3 ปีนี้ก็จะอยู่ในระยะเทศกาลฉลองปีที่ 50 ในรัชกาลปัจจุบันซึ่งก็ใครต่อใครก็เริ่มคิดว่า อยากจะทำกันฉลองปีที่ 50 ในรัชกาลปัจจุบันซึ่งจะเริ่มในปี 38 คือปี 38 มันก็มีความหมายดีและก็ทำให้ลึกรึ้นดีทำให้ผู้อื่นปลื้มใจดีทั่วทั้งประเทศ โครงการนั้นก็คือควบคุมไม่ให้น้ำเค็มเข้ามาในคลองชะอวด แล้วสามารถที่จะทำนาในอำเภอเชียรใหญ่อย่างดี แม้จะอุทกน้ำท่วมก็เก็บน้ำไว้ได้ เพื่อที่จะทำนาต่อไป ชดเชยหรือถ้าหากว่าจะทำโครงการดี ๆ แม้จะฝนลงมามาก น้ำจะท่วมเล็กน้อย แต่ก็ข้าวในอำเภอเชียรใหญ่ซึ่งเป็นอำเภอใหญ่ เชียรใหญ่ หัวไทร ปากพนังมีพื้นที่ทำนาเป็นแสนไร่ เดียวนี้ เวลาที่ทำข้าวไม่ค่อยมากก็เสียด้วยน้ำมากเกินไปหรือน้ำน้อยเกินไปทั้งสองอย่าง ถ้าเราลงทุนเป็นพันล้าน แล้วก็จะได้ควบคุมน้ำนั้นได้ให้เป็นน้ำจืดน้ำใช้ได้ บางคนอาจจะเอะอะว่า นาทุ่งละ นาทุ่งจะทำได้ทำได้ เพราะว่าทางอำเภอหัวไทรอยู่ใกล้ทะเล และก็มีคลองที่เรียกว่า คลองปากพนังขนานกับฝั่งทะเลคลองนั้น ยอมให้เป็นน้ำกร่อยจะทำนาทุ่งได้อย่างเป็นล่ำเป็นสันซึ่งประเทศไทยสามารถจะส่งนอก เมื่อเนื้อทุ่งส่งออกไปจำนวนมากที่สุดในโลก ขายไปประเทศญี่ปุ่นถึงอเมริกา และนอกจากทุ่งก็ปลาที่ทำในนาทุ่งนั้นก็จะสามารถที่จะเป็นรายได้เข้าประเทศอย่างมากมาย ประชาชนที่ทำกิจการเหล่านั้นก็จะร่ำรวยไม่เสียเพราะว่าแยกน้ำกร่อยกับน้ำจืดใช้ในโครงการที่เล็งเอาไว้ให้สร้างได้ผลภายใน 3 ปี ซึ่งทางกรมชลประทานและทางเจ้าหน้าที่ทหารและพลเรือนอื่น ๆ ก็ได้ร่วมมือ กำลังทำอยู่เดี๋ยวนี้ ซึ่งก็จะ เป็นผลและอันนี้ก็จะเกี่ยวข้องกับน้ำเหมือนกัน"

ในส่วนของการจัดการคุณภาพน้ำนั้น พระองค์ได้ทรงพระราชดำริให้ใช้ทฤษฎี "น้ำดีไล่น้ำเสีย"



โดยใช้หลักการตามธรรมชาติแห่งแรงโน้มถ่วงของโลกประยุกต์กับการบำบัดน้ำเสียในเขตเมือง เช่น ใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาส่งเข้าไปในคลองบางเขน คลองบางซื่อ คลองแสนแสบ คลองเทเวศน์ หรือคลองบางลำภู ฯลฯ ให้ไหลเวียนไปตามลำคลองได้ตลอด เพื่อนำน้ำเน่าเสียและชักพาสิ่งโสโครกออกไปจากคลอง การใช้ฝักตบขวากรองน้ำเสียในบึงมักกะสัน การใช้ทฤษฎีบำบัดน้ำเสียแบบ "สระเติมอากาศชีวภาพบำบัด" ในบึงพระราม 9 การใช้ทฤษฎีบำบัดน้ำเสียด้วยการผสมผสานระหว่างพืชน้ำกับระบบการเติมอากาศ ณ บริเวณหนองสนม-หนองหาน การประยุกต์ทฤษฎีบำบัดน้ำเสียและวัชพืชบำบัด ณ แหลมผักเบี้ย ทฤษฎีการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการเติมอากาศด้วยกังหันน้ำชัยพัฒนาและทฤษฎีการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสียโดยการใช้อากาศตกตะกอน

พระราชดำริในส่วนนี้แสดงถึงพระปรีชาสามารถอันสูงยิ่งในการควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในสภาพดี ก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง แหล่งน้ำ และมหาสมุทร ทั้งนี้ไม่ใช่เป็นเพียงเพื่อความผาสุกของปวงชนทั้งหลายเท่านั้น แต่ยังเป็นการปกป้องระบบนิเวศทางน้ำให้สัตว์น้ำสามารถอยู่อาศัยได้ยั่งยืน



ที่มา : web.ku.ac.th  
ภาพที่ 3.18 โครงการแก้มลิง

ลงมาถึงปลายสุดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังเช่นลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งภัยพิบัติจากอุทกภัยเกิดปัญหาแก่ราษฎรในกรุงเทพฯ และปริมณฑลในเกือบทุกปีนั้น โครงการแก้มลิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เป็นพระปรีชาญาณที่ชี้ให้เห็นว่าพระองค์ท่านได้ทรงวิเคราะห์กระบวนการไหลของน้ำทั้งระบบ ตั้งแต่ยอดเขาลงถึงปากแม่น้ำ เป็นการบูรณาการการใช้ประโยชน์ทุกสาขาวิชาการเพื่อแก้ปัญหาทั้งระบบอันเป็นการแก้ปัญหาระยะยาวตั้งแต่พื้นที่ต้นน้ำลำธาร จนถึงปากแม่น้ำ





ที่มา : gotoknow.org  
ภาพที่ 3.19 พระเจ้าอยู่หัวกับ  
โครงการฝนหลวง

ในปี พุทธศักราช 2499 จึงได้ทรง พระมหากรุณา พระราชทาน โครงการพระราชดำริ "ฝนหลวง" ให้ หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล รับไปดำเนินการศึกษาวิจัย และการพัฒนากรรมวิธีการทำฝนให้บังเกิดผลโดยเร็ว พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงกำหนดขั้นตอนของ กรรมวิธีการทำฝนหลวงขึ้นเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย ๆ ตามลำดับ ดังนี้

#### ขั้นตอนที่หนึ่ง : "ก่อกวน"

เป็นขั้นตอนที่เมฆธรรมชาติ เริ่มก่อตัวทางแนวตั้ง การปฏิบัติการฝนหลวง ในขั้นตอนนี้จะมุ่งใช้สารเคมีไป กระตุ้นให้มวลอากาศเกิดการลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน เพื่อให้ เกิดกระบวนการชักนำไอน้ำ หรือ ความชื้นเข้าสู่ระบบการ เกิดเมฆ ระยะเวลาที่จะปฏิบัติการในขั้นตอนนี้ ไม่ควรเกิน 10.00 น. ของแต่ละวัน โดยการใส่สารเคมีที่สามารถดูดซับ ไอน้ำจากมวลอากาศได้ แม้จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์

ต่ำ (มี ค่า Critical relative humidity ต่ำ) เพื่อกระตุ้นกลไกของกระบวนการกลั่นตัวไอน้ำในมวล อากาศ (เป็นการสร้าง Surrounding ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเมฆด้วย) ทางด้านเหนือลม ของพื้นที่เป้าหมาย เมื่อเมฆเริ่มเกิดมีการก่อตัวและเจริญเติบโตทางตั้งแล้ว จึงใช้สารเคมีที่ทำให้ ปฏิกริยาคายความร้อน โปรยเป็นวงกลม หรือเป็นแนวถัดมาทางใต้ลมเป็นระยะทางสั้น ๆ เข้าสู่ก้อน เมฆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดกลุ่มแกนร่วม (main cloud core) ในบริเวณปฏิบัติการสำหรับใช้เป็น ศูนย์กลางที่จะสร้างกลุ่มเมฆฝนในขั้นตอนต่อไป

#### ขั้นตอนที่สอง : "เลี้ยงให้อ้วน"

เป็นขั้นตอนที่เมฆกำลังก่อตัวเจริญเติบโตซึ่งเป็นระยะสำคัญมาก ในการปฏิบัติการ ฝนหลวง เพราะจะต้องไปเพิ่มพลังงานให้แก่ updraft ให้อ้วนนานออกไป ต้องใช้เทคโนโลยีและ ประสบการณ์หรือศิลปะแห่ง การทำฝนควบคู่ไปพร้อม ๆ กัน เพื่อตัดสินใจโปรยสารเคมีฝนหลวง ชนิดใด ณ ที่ใดของกลุ่มก้อนเมฆและในอัตราใดจึงเหมาะสม เพราะต้องให้กระบวนการเกิดละออง เมฆสมดุลกับความแรงของ updraft มิฉะนั้นจะทำให้เมฆสลาย

#### ขั้นตอนที่สาม : "โจมตี"

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกรรมวิธีปฏิบัติการฝนหลวง เมฆ หรือกลุ่มเมฆฝนมีความหนาแน่น มากพอที่จะสามารถตกเป็นฝนได้ ภายในกลุ่มเมฆจะมีเม็ดน้ำขนาดใหญ่มากมาย หากเครื่องบินบิน เข้าไปในกลุ่มเมฆฝนนี้ จะมีเม็ดน้ำเกาะตามปีกและกระจังหน้าของเครื่องบิน เป็นขั้นตอนที่สำคัญ

และอาศัยประสบการณ์มาก เพราะจะต้องปฏิบัติการเพื่อลดความรุนแรงของ updraft หรือทำให้อายุของ updraft หดไป สำหรับการปฏิบัติการในขั้นตอนนี้จะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการทำฝนหลวง ซึ่งมีอยู่ 2 ประเด็นคือเพื่อเพิ่มปริมาณฝนตก (Rain enhancement) และเพื่อให้เกิดการกระจายการตกของฝน (Rain redistribution)

ด้วยความสำคัญและปริมาณความต้องการให้ปฏิบัติการฝนหลวงช่วยเหลือทวีจำนวนมากขึ้น ฉะนั้นเพื่อให้งานปฏิบัติการฝนหลวงสามารถ ปฏิบัติการช่วยเหลือเกษตรกรได้กว้างขวาง และได้ผลดียิ่งขึ้น รัฐบาลจึงได้ตราพระราชกฤษฎีกาก่อตั้ง สำนักงานปฏิบัติการฝนหลวงขึ้นในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวง เกษตรและสหกรณ์ เมื่อวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2518 เพื่อเป็นหน่วยงานรองรับโครงการพระราชดำริฝนหลวงต่อไป

### กิจกรรมที่ 3.2 มาประหยัดน้ำกันเถอะ

#### กำหนดให้

1. มีน้ำ 200 ลิตร นักเรียนจะมีวิธีการใช้น้ำอย่างไรให้ประหยัดและคุ้มค่าที่สุดที่สุดใน 1 วัน  
ตามรายการ ต่อไปนี้

1. อาบน้ำ	2 ครั้ง	ใช้ไป.....ลิตร
2. รดน้ำต้นไม้	20 กระถาง	ใช้ไป.....ลิตร
3. ซักผ้า	10 ชิ้น	ใช้ไป.....ลิตร
4. ล้างจาน	10 ใบ	ใช้ไป.....ลิตร
5. ใช้น้ำในห้องสุขา	2 ครั้ง	ใช้ไป.....ลิตร
6. คั้นและปรุงอาหาร	3 มื้อ	ใช้ไป.....ลิตร
7. ล้างรถ	1 คัน	ใช้ไป.....ลิตร
		<b>รวมใช้ไป.....ลิตร</b>

2. ให้เขียนแผนผังการใช้น้ำ

### กิจกรรมที่ 3.3 เราจะอยู่ที่ไหน

ปัจจุบันอุณหภูมิของโลกเริ่มเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากภาวะโลกร้อน ซึ่งไม่น่าอยู่เสียแล้ว สำหรับมนุษย์ นักวางผังเมือง ได้มีโครงการที่เรียกว่า “เมืองใต้น้ำ” เกิดขึ้น

ลักษณะเมืองใต้น้ำ จะต้องขุดลึกลงไปใต้ทะเลหรือมหาสมุทร และสร้างเมืองขึ้นมาด้วยวัสดุโปร่งใส สามารถกันน้ำได้เป็นอย่างดี เหมือนอยู่ในอุโมงค์ใต้น้ำ โดยมีหลักการดำเนินชีวิตคือ

#### 1. มีคณะกรรมการดำเนินการดูแล ได้แก่

1.1 ผู้อำนวยการเมืองใต้น้ำ จำนวน 1 คน และผู้ช่วย จำนวน 4 คน

1.2 แพทย์ จำนวน 5 คน และพยาบาล จำนวน 20 คน

1.3 วิศวกรรวม จำนวน 10 คน

1.4 เจ้าหน้าที่ดูแลด้านไฟฟ้าและสิ่งอำนวยความสะดวก จำนวน 15 คน

1.5 เจ้าหน้าที่ทำความสะอาด จำนวน 20 คน

1.6 พ่อครัว จำนวน 10 คน

#### 2. สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำรงชีวิตมาจาก

2.1 นำน้ำทะเลมาแยกออกด้วยกระแสไฟฟ้า ได้แก๊สออกซิเจนใช้ในการหายใจ

ส่วนแก๊สไฮโดรเจนนั้นนำไปใช้ในการผลิตพลังงานในเมืองใต้น้ำ

2.2 สร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำการขึ้นและลงของน้ำทะเลหรือมหาสมุทร

2.3 สร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีแผงโซลาร์เซลล์ที่อยู่บนพื้นดิน

ทำให้ได้น้ำจืดเพียงพอต่อการดำรงชีวิต

2.4 อาหารที่สำคัญมาจากการปลูกพืชไฮดรอปอนิกส์ที่ใช้แร่ธาตุและน้ำโดยไม่ใช้ดิน ผลพลอยได้คือแก๊สออกซิเจนให้กับมนุษย์ นอกจากนี้กำหนดการจับปลาสี่ปีละครั้ง และมีการจัดเก็บในห้องแช่เย็น

2.5 ท่วมทั้งเมืองใต้น้ำระบบควบคุมอุณหภูมิเย็นสบายด้วยระบบ “tea pot” ที่คอยเตือนเมื่อเกิดการรั่วไหลของน้ำทะเลและอากาศจากภายนอก

2.6 มีระบบสิ่งอำนวยความสะดวกครบครันเช่นเดียวกับเมื่ออยู่พบพื้นดิน

2.7 น้ำเสียที่เกิดขึ้นในเมืองใต้น้ำ จะถูกบำบัดก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก

2.8 ทุกคนที่เข้าไปอยู่ในเมืองใต้น้ำ ต้องเสียเงินในการอาศัยอยู่โดยมีห้องทั้งหมด

200 ห้อง ห้องละ 2 คน รวมจำนวน 400 คน ในจำนวนนี้มีคนแก่ 50 คน เด็กและวัยรุ่น 300 คน

ผู้ใหญ่ 50 คน

2.9 ทุกคนสามารถนำเครื่องใช้และสิ่งอำนวยความสะดวกส่วนตัว มาใช้ได้โดยไม่จำกัด

ทุกคนมีความสุขกับสิ่งแปลกใหม่ที่ได้พบ แต่นิจจาพบว่าเกิด การรั่วซึมของวัสดุที่ใช้ป้องกัน ทำให้เกิดปัญหาดังนี้

1. ระบบเตือนภัยได้ส่งสัญญาณ ทำให้อากาศภายในเมืองได้สมุทรไม่เย็นสบายเหมือนก่อน และจำเป็นต้องลดการใช้พลังงานลง

2. พืชจากการปลูกมีปัญหาเกิดการเน่าของรากและมีจุดที่ใบซึ่งอาจเกิดเนื่องจากการรั่วซึมของน้ำทะเล

3. อาหารที่เก็บรักษาไว้ ได้แก่ ปลาและผัก อาจเน่าเสียเนื่องจาก อุณหภูมิและการลดการใช้พลังงาน

4. เกิดออกซิเจนอาจมีปัญหา ทำให้คนที่อยู่ตามห้องต่าง ๆ ต้องมาอยู่รวมกันในพื้นที่ ส่วนกลางและปิดห้องขนาดเล็กลงจำนวนครึ่งหนึ่ง โดยจะต้องพิจารณาว่าใครจะเป็นผู้เสียสละ

5. ระบบบำบัดของเสียต่าง ๆ จากกิจกรรมการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่ปล่อยออกมาจากเมืองได้น้ำขุ่นข้น ทำให้น้ำเริ่มเน่าเสีย สัตว์น้ำตายลงหลายชนิด อาหารอาจไม่เพียงพอต่อจำนวนคนทั้งหมด อาจต้องรับประทานอาหารวันละ 1 มื้อ

จากสถานการณ์ดังกล่าว

1. นักศึกษาคิดว่าควรมีการสร้างเมืองแบบนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้านักศึกษาเป็นคนที่อยู่ในเมืองได้น้ำ ใน 1 วันนักศึกษาก่อให้เกิดการปล่อยของเสียอะไรบ้างลงสู่แหล่งน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

