Water Resources Management:
Reservoir and Dam
Stream and lake management
เจษฎา เตชมหาศรานนท์

Outline

- Streamflow / river
- Lake / pond / marsh / swamp
- Dam / reservoir

River profile

คือ เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับระดับท้องแม่น้ำ ตั้งแต่ปากแม่น้ำถึงต้นน้ำ

ลักษณะของรูปตัดขวางของแม่น้ำ

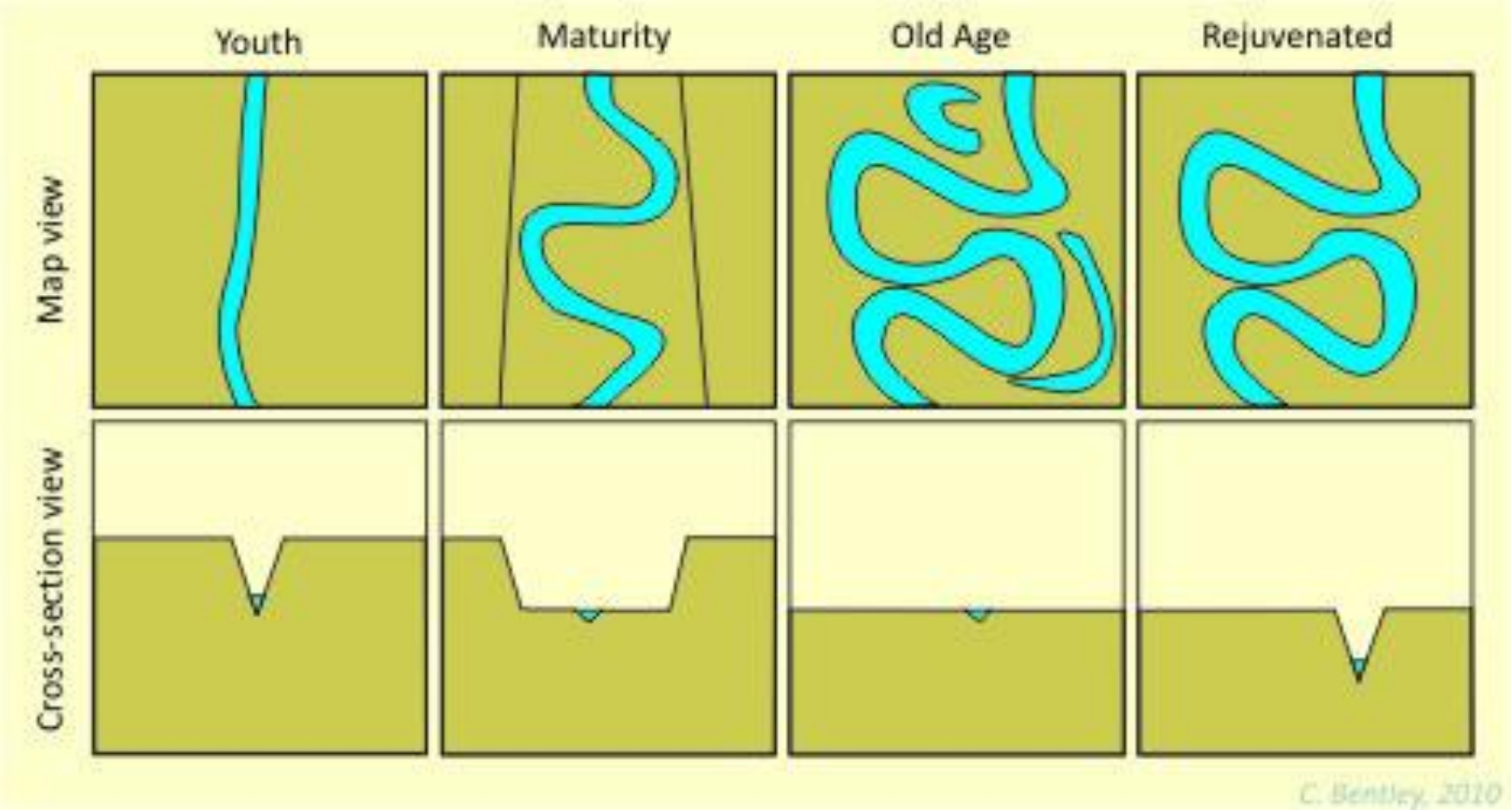
1. รูปตัว V รูปตัดขวางของแม่น้ำช่วงต้นน้ำบนภูเขา ร่องน้ำจะถูกกัดเซาะอย่างรุนแรง ท้องแม่น้ำลึกชัน

2. รูปตัว U รูปตัดขวางของแม่น้ำช่วงตอนกลางของลุ่มน้ำ กระแสน้ำลดความรุนแรงลง การกัดชะในท้องลำธารด้านข้างมากขึ้น

3. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปสามเหลี่ยม รูปตัดขวางของแม่น้ำตอนล่าง เป็นบริเวณที่มีตะกอนดินพัดมาทับถม

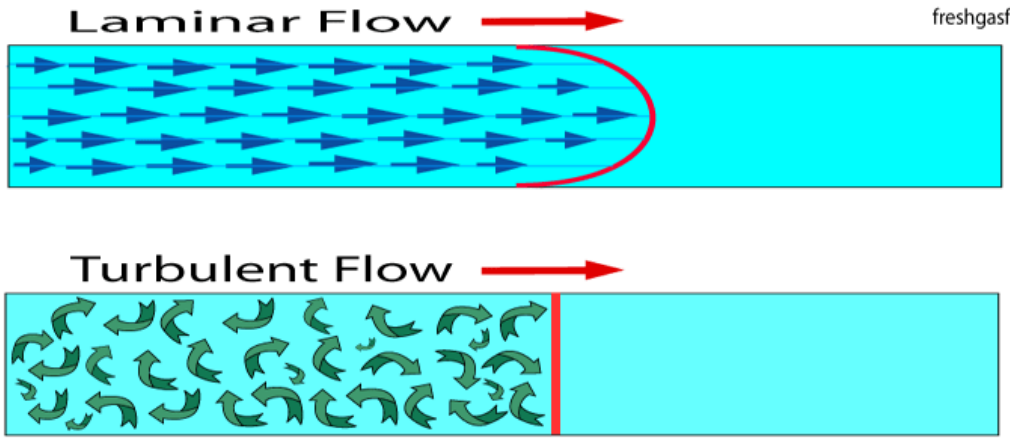
- รูปตัดขวางจะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ในช่วงลำน้ำตรง
- รูปตัวขวางจะมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมในช่วงลำน้ำคดเคี้ยว

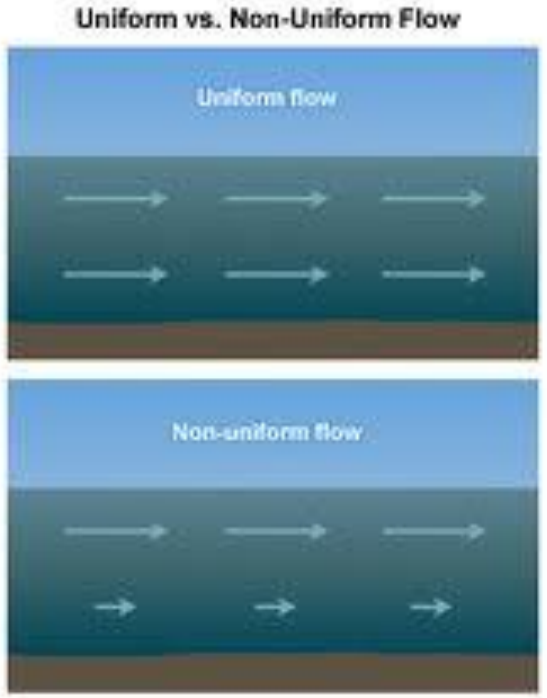
River profile



ชนิดการไหล

- การไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow)
- การไหลแบบแปรปรวน (Varied flow) และการไหลแบบสม่ำเสมอ (Uniform flow)
- การไหลแบบช้า เร็ว และเร็วมาก

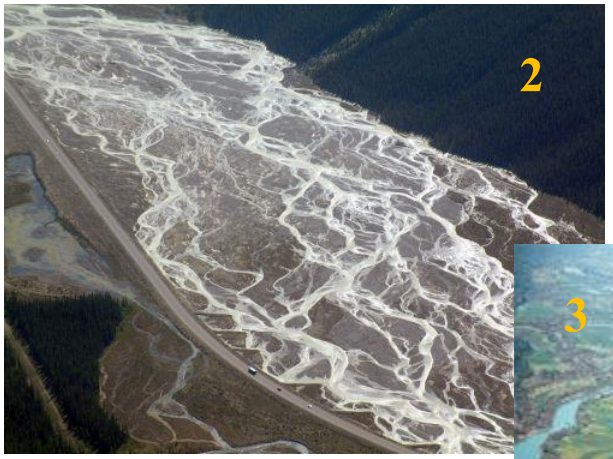




Streamflow / river

ลักษณะของร่องน้ำ

- แบบทางน้ำโค้งตวัด (Meandering pattern)
- แบบธารประสานสาย (Braided pattern)
- แบบธารแขนง (Anabrancing pattern)
- แบบธารไขว้สาย (Reticulate channel)



Lake / Pond / Swamp / Marsh

ทะเลสาบ (Lake) คือ พื้นน้ำที่ล้อมรอบด้วยแนวดิน มักเกิดในบริเวณแอ่งแผ่นดินหรือบริเวณที่มีน้ำขังมีทางไหลออกสู่ทะเลโดยทางแม่น้ำ ส่วนใหญ่จึงเป็นทะเลสาบน้ำจืดมากกว่าทะเลสาบน้ำเค็ม และมีขนาดและความลึกต่าง ๆ กัน

ประเภทของทะเลสาบ

- ทะเลสาบที่เกิดจากกระบวนการแปรสัณฐานเปลือกโลก
  - ทะเลสาบแอ่ง
  - ทะเลสาบที่เกิดจากหุบภูเขาไฟ
- ทะเลสาบที่เกิดจากการปรับระดับกับผิวแผ่นดิน
  - ทะเลสาบที่เกิดจากธารน้ำแข็ง
  - ทะเลสาบที่เกิดจากการกระทำของทะเล
  - ทะเลสาบที่เกิดจากแม่น้ำ

Lake / Pond / Swamp / Marsh

- **ทะเลสาบที่เกิดจากกระบวนการแปรสัณฐานเปลือกโลก**
  - **ทะเลสาบแอ่ง** แอ่งที่มีน้ำขังอยู่เกิดจากการเลื่อนตัวของเปลือกโลก เช่น ทะเลสาบไบคาล ในไซบีเรีย ประเทศสหพันธรัฐรัสเซีย เป็นทะเลสาบที่ลึกที่สุดในโลก ลึก 1,742 เมตร ทะเลสาบตันกันยิกา อยู่ระหว่างประเทศแทนซาเนียและประเทศซาอีร์ เป็นทะเลสาบลึกที่สุดในทวีปแอฟริกาลึก 1,436 เมตร
  - **ทะเลสาบที่เกิดจากหุบภูเขาไฟ** ทะเลสาบที่เกิดจากหุบภูเขาไฟ เช่น ทะเลสาบเครเตอร์ ในรัฐโอรีกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา และทะเลสาบตาอาลในเกาะลูซอน ประเทศฟิลิปปินส์ เป็นต้น

Lake / Pond / Swamp / Marsh

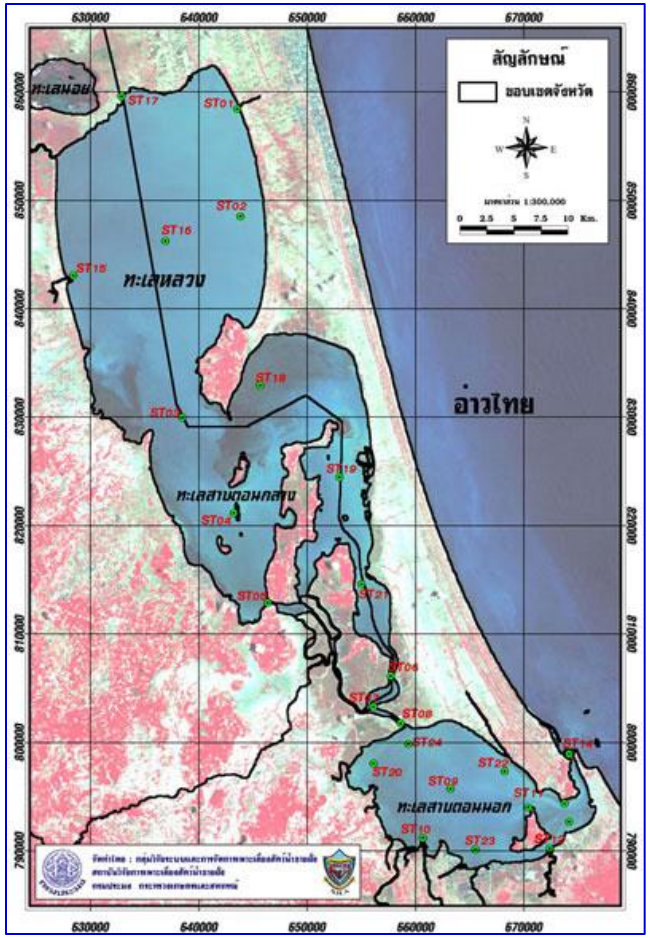
- **ทะเลสาบที่เกิดจากการปรับระดับกับผิวแผ่นดิน**
  - **ทะเลสาบที่เกิดจากธารน้ำแข็ง** ตั้งแต่ยุคน้ำแข็งในสมัยไพลสโตซีน เป็นธารน้ำแข็งยุคสุดท้าย เพราะว่าภูมิอากาศได้เปลี่ยนแปลง และก่อให้เกิดการกัดเซาะ การทับถม การพัดพาเคลื่อนที่ไปของธารน้ำแข็ง เมื่อน้ำแข็งละลายตัว น้ำจะขังอยู่ในแอ่งจนกลายเป็นทะเลสาบ มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เช่นทะเลสาบทั้งห้า เป็นทะเลสาบน้ำจืดที่อยู่ระหว่างประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศแคนาดาและทะเลสาบอื่น ๆ ในประเทศแคนาดา และตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งทะเลสาบในทวีปยุโรปตอนเหนือ เช่น ในประเทศสวีเดน ประเทศฟินแลนด์

ทะเลสาบไซมา ในฟินแลนด์

Lake / Pond / Swamp / Marsh

- **ทะเลสาบที่เกิดจากการปรับระดับกับผิวแผ่นดิน**
  - **ทะเลสาบที่เกิดจากการกระทำของทะเล**

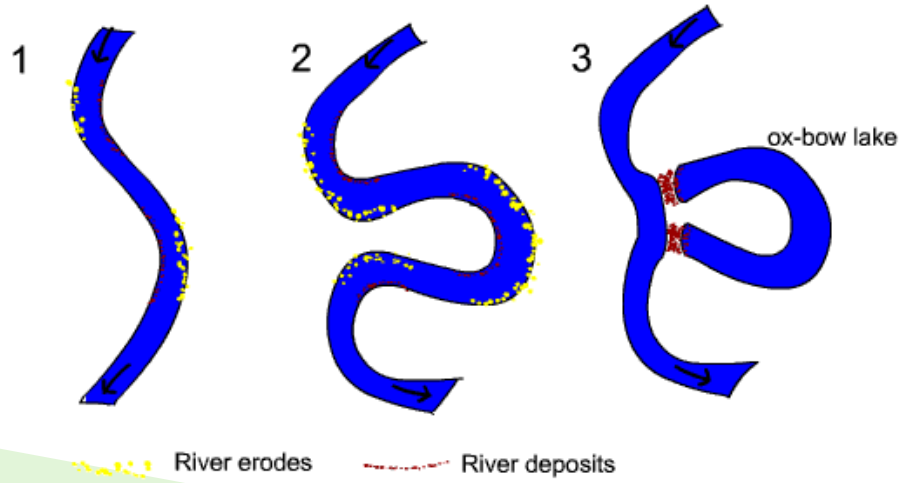
บริเวณชายฝั่งบางแห่ง ทะเลจะพัดพากรวดทราย และตะกอนทับถมจนชายฝั่งตื้นเขิน เหลือทางออกของน้ำทะเลไว้เพียงบางส่วน พื้นที่ตอนในจึงอนุโลมเรียกเป็นทะเลสาบน้ำเค็ม บางแห่งค่อย ๆ เกิดสันดอนทรายนอกฝั่งขึ้นก่อน แล้วค่อย ๆ สูงขึ้นจนเชื่อมกับแผ่นดินหรือเกาะ พื้นที่ตอนในจึงกลายเป็นทะเลสาบน้ำเค็ม(Lagoon) เช่นทะเลสาบสงขลา



Lake / Pond / Swamp / Marsh

- **ทะเลสาบที่เกิดจากการปรับระดับกับผิวแผ่นดิน**
  - **ทะเลสาบที่เกิดจากแม่น้ำ**

ทะเลสาบที่เกิดจากแม่น้ำส่วนใหญ่จะเกิดจากบึงโค้ง หรือทะเลสาบรูปโค้งคล้ายแอกวัว เกิดจากการที่มีทางน้ำโค้งตวัด เปลี่ยนเส้นทางจากการไหลตามแนวโค้งเดิมเป็นตัดตรง ทำให้ลำน้ำโค้งเดิมถูกตัดขาด กลายเป็นทะเลสาบรูปแอก (oxbow lake) พบทั่วไปในพื้นที่เกือบราบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณแม่น้ำมูล แม่น้ำชีและลำน้ำสาขา และอีกหลายแห่งในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ความจริงแหล่งน้ำเหล่านั้นเป็นเพียงบึงน้ำจืดหรือร่องรอยของทางน้ำเท่านั้นแต่ก็เรียกกันทั่วไปว่าทะเลสาบเช่นกัน



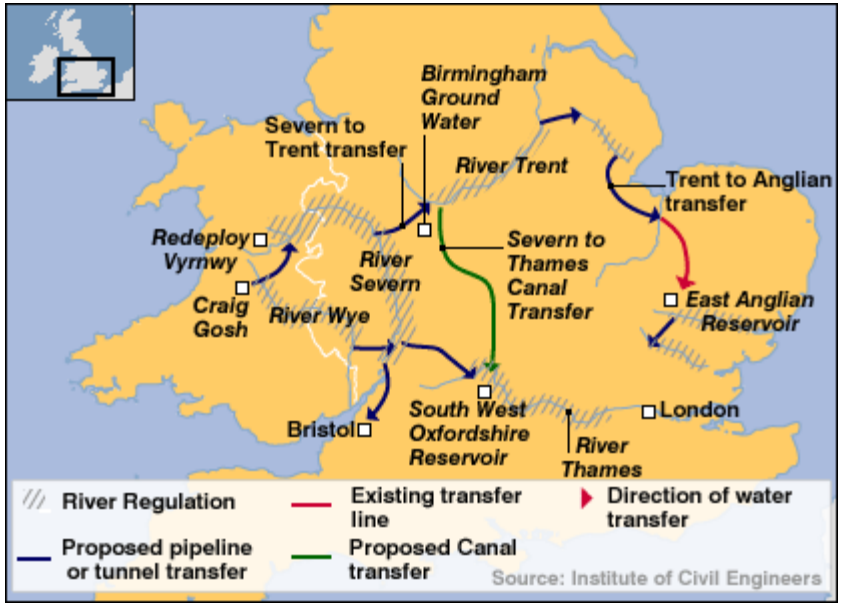
Lake / Swamp / Marsh

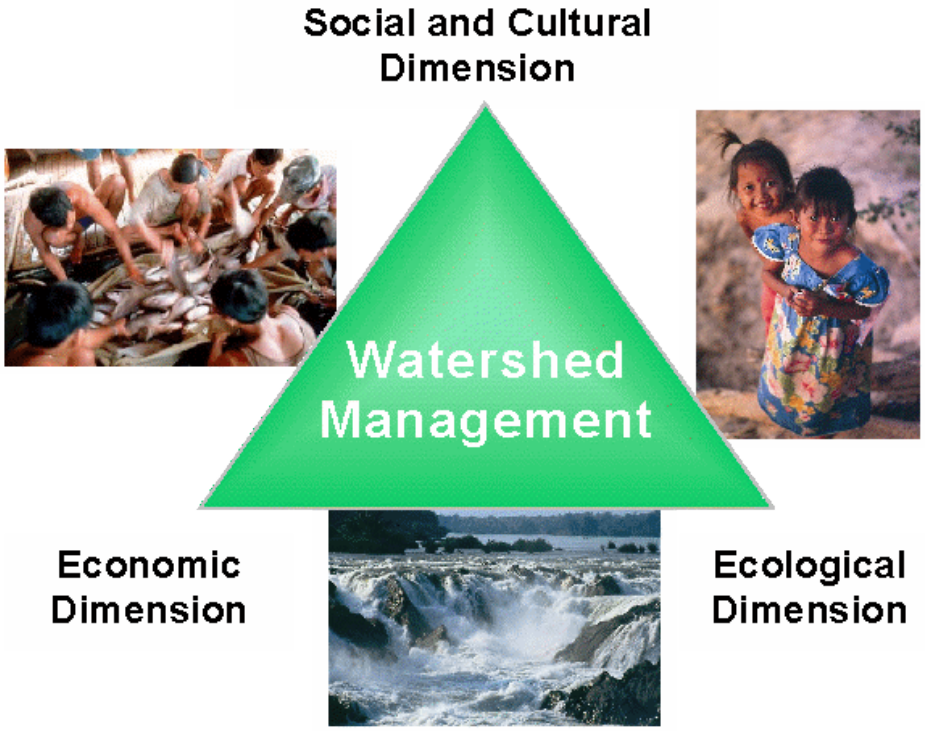
ที่ลุ่มน้ำขัง (Swamp) คือ พื้นน้ำระดับน้ำผิวดินที่มีการแช่ขังอยู่เกือบจะไม่มีทางระบายออกไปสู่บริเวณอื่น ๆ และมีพืชน้ำขึ้นผสมปะปนอยู่ โดยเฉพาะบริเวณน้ำตื้น

ที่ลุ่มชื้นแฉะ (Marsh) หมายถึง พื้นที่ที่มีระดับน้ำตื้นๆ พอที่พืชน้ำจะขึ้นได้อย่างกระจัด กระจายทั่วไป แต่จะมีความหนาแน่นไม่มากนัก

Stream and lake management

- จัดหาน้ำ (Provision)
- จัดสรร (Allocation)





Dam and Reservoir

อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) หมายถึง แอ่งกักเก็บน้ำ หรือทะเลสาบที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเก็บน้ำสำหรับการใช้ในหลากหลายจุดประสงค์ อ่างเก็บน้ำถูกสร้างขึ้นจากคอนกรีต ดิน หิน สิ่งที่อยู่รอบๆ แม่น้ำ เพื่อเป็นอ่างเก็บน้ำที่แข็งแรง โดยทั่วไปอ่างเก็บน้ำมี 3 ประเภท

- อ่างเก็บน้ำตามหุบเขา
- อ่างเก็บน้ำที่มีขอบเขตล้อมรอบ
- อ่างเก็บน้ำที่ถูกปิดล้อมทั้งด้านข้างและด้านบน เพื่อจะเก็บรักษาวัตถุดิบคุณภาพสูงให้ปลอดภัยจากการเจือปน เช่น น้ำดื่ม อ่างเก็บน้ำประเภทนี้ อาจเรียกว่า อ่างเก็บน้ำเพื่อการบริการ (serviced reservoirs)

Dam and Reservoir

อ่างเก็บน้ำตามหุบเขา อ่างเก็บน้ำแบบธรรมดาตัดระหว่างหุบเขาถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยภูมิประเทศทางธรรมชาติ โดยทั่วไปแล้ว ในการสร้างเขื่อนที่มีลักษณะแคบ แต่มีพื้นที่ต้นน้ำด้านบนกว้าง ด้านข้างของหุบเขาทำหน้าที่เสมือนเป็นกำแพงทางธรรมชาติ และพื้นที่ด้านบนทางต้นน้ำทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ สถานที่ที่ดีที่สุดสำหรับการสร้างเขื่อนตามแนวหุบเขา

Dam and Reservoir

อ่างเก็บน้ำตามแนวชายฝั่ง อ่างเก็บน้ำชนิดนี้จะรับน้ำจากแม่น้ำที่มีหลากหลายคุณภาพและปริมาณ โดยการสูบน้ำจากแม่น้ำ บางส่วนของเขื่อนมักจะถูกสร้างจากการขุดเจาะ และบางส่วนโดยการก่อสร้างทำนบหรือทางล้อมรอบคลอง พื้นของอ่างเก็บน้ำและทางริมคลองจะต้องมีที่รองกันน้ำซึม น้ำที่ถูกเก็บจะมีระยะเวลาในการกักเก็บนานหลายเดือน เพื่อให้กระบวนการทางชีววิทยาสามารถกำจัดความขุ่นของน้ำ และลดสารเจือปนได้เป็นจำนวนมาก อ่างเก็บน้ำประเภทนี้สามารถนำน้ำออกเพื่อปิดเขื่อนในเวลาที่น้ำในแม่น้ำมีมลภาวะมากเกินไป หรือมีอัตราการไหลของน้ำต่ำในฤดูแล้ง เช่น ระบบการประปาของเมืองลอนดอนเป็นหนึ่งตัวอย่างของการใช้การกักเก็บน้ำตามแนวชายฝั่งจากแม่น้ำเทมส์

Dam and Reservoir

อ่างเก็บน้ำเพื่อการบริการ (serviced reservoirs) อ่างเก็บน้ำชนิดนี้ส่วนมากถูกสร้างเป็นหอคอย เป็นโครงสร้างที่ถูกยกขึ้นอยู่บนเสาคอนกรีต และรอบๆเป็นพื้นที่ราบ บางแห่งอยู่ใต้ดิน โดยเฉพาะในประเทศที่เต็มไปด้วยภูเขาและเนินเขา

Dam and Reservoir

เขื่อน เป็นสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่สำหรับกั้นทางน้ำ เพื่อใช้ในการเก็บกักน้ำและป้องกันอุทกภัยรวมถึงผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนบนของเขื่อนจะประกอบไปด้วยส่วนที่เรียกว่าทางน้ำล้น สำหรับให้น้ำที่สูงกว่าระดับที่ต้องการไหลผ่านมาที่ฝั่งปลายน้ำ มากกว่าครึ่งหนึ่งของแม่น้ำสายหลักทั่วโลกจะมีเขื่อนกั้นไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในทางใดทางหนึ่ง

Dam and Reservoir

จำแนกตามการใช้งาน

- **เขื่อนเก็บกักน้ำ** คือ เขื่อนที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บกักน้ำในช่วงเวลาน้ำมากเกินความต้องการไว้ในช่วงเวลาที่ขาดแคลนน้ำ หรือ สร้างปิดกันลำน้ำธรรมชาติระหว่างหุบเขาหรือเนินสูง เพื่อเก็บน้ำที่ไหลมามากไว้ทางด้านเหนือเขื่อน น้ำที่เก็บไว้นี้สามารถนำออกมาทางอาคารที่ตัวเขื่อนได้ตลอดเวลาที่ต้องการ โดยอาจจะระบายไปตามลำน้ำให้กับเขื่อนทดน้ำที่สร้างอยู่ด้านล่าง หรืออาจส่งเข้าคลองส่งน้ำ

แบ่งเป็น 2 ประเภทตามวัตถุประสงค์ คือ

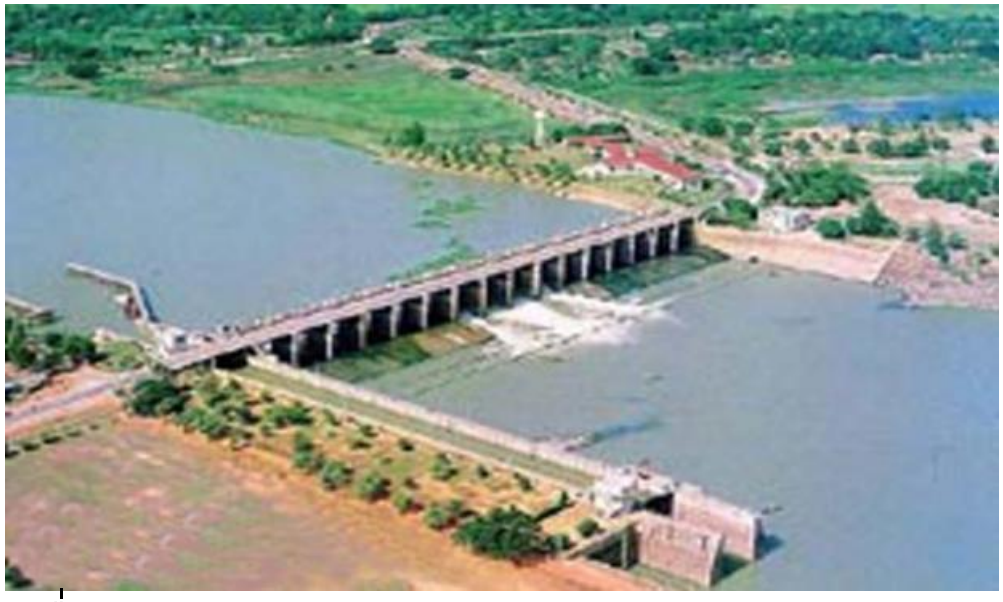
1. เก็บกักน้ำบางส่วนไว้ชั่วคราว ขณะที่มีน้ำมาก และค่อยระบายในภายหลัง
2. กักน้ำไว้ให้นานที่สุดแล้วปล่อยน้ำซึมเข้าไปในฝั่งหรือไหลซึมเข้าไปในดิน เพื่อเพิ่มระดับน้ำใต้ดิน

เขื่อนภูมิพล

Dam and Reservoir

จำแนกตามการใช้งาน

- **เขื่อนระบายน้ำ** เป็นอาคารทดน้ำแบบหนึ่ง ซึ่งสร้างขวางลำน้ำ สำหรับทดน้ำที่ไหลมาให้มีระดับสูง จนสามารถส่งเข้าคลองส่งน้ำได้ตามปริมาณที่ต้องการในฤดูกาลเพาะปลูก เช่นเดียวกับฝาย แต่เขื่อนระบายน้ำจะระบายน้ำผ่านเขื่อนไปได้ตามปริมาณที่กำหนด โดยไม่ยอมให้น้ำไหลล้นข้ามสันฝายเพื่อการประปา และเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม



เขื่อนเจ้าพระยา

Dam and Reservoir

จำแนกตามการการก่อสร้าง

- **เขื่อนถม**

1. <u>เขื่อนดินถม หรือเขื่อนดิน</u> คือ เขื่อนที่นำดินมาบดอัดให้แน่นด้วยเครื่องจักรกลหรือแรงคน เขื่อนดินมีลักษณะทึบน้ำ หรือน้ำซึมผ่านเขื่อนดินได้ยาก และมีความมั่นคง

1.1 เขื่อนดินถมที่อัดด้วยดินชนิดเดียวกันเป็นส่วนใหญ่หรือทั้งหมด

1.2 เขื่อนดินถมที่บดอัดด้วยดินชนิดเดียวกันเกือบทั้งหมดคล้ายกับแบบแรก ยกเว้นด้านเขื่อนถมด้วยกรวด หิน หรือทรายหยาบ ทำหน้าที่ลดแรงดันของน้ำที่รั่วซึมผ่านตัวเขื่อนและเกิดปัญหากัดเซาะท้ายเขื่อน

1.3 เขื่อนดินถมที่มีแกนอยู่กลางตัวเขื่อน แกนเขื่อนจะมีความทึบน้ำสูง ป้องกันไม่ให้น้ำไหลผ่านตัวเขื่อน หรือผ่านได้น้อย

เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

จำแนกตามการการก่อสร้าง

- **เขื่อนถม**

2. <u>เขื่อนหินถม หรือ เขื่อนหินทิ้ง</u> มีรูปร่างเหมือนเขื่อนดินถมบดอัดแน่น แต่เขื่อนหินถมจะสร้างด้วยหินระเบิดเป็นก้อนขนาดเล็กใหญ่ นำมาบดอัดแน่นเป็นเปลือกนอกหุ้มแกนดินทึบน้ำบดอัดแน่น (ดินเหนียว) ไว้ทั้งสองด้านเนื่องจากวัสดุที่ใช้ประกอบด้วยหินขนาดต่างๆ ตลอดจนกรวด ทรายมีปริมาณมากกว่าดินทึบน้ำ จึงเรียกว่า เขื่อนหินถม

2.1 เขื่อนหินถมที่มีแกนหรือผนังกั้นน้ำอยู่ในตัวเขื่อน แกนดินอยู่ตรงกลางเขื่อนและอยู่ในแนวดิ่งหรือตั้งตรง

เขื่อนศรีนครินทร์

2.2 เขื่อนหินถมที่มีแกนหรือผนังกั้นน้ำอยู่ในตัวเขื่อน แกนดินที่สร้างเอียงตามลาดด้านเหนือน้ำ

2.3 เขื่อนที่ไม่มีแกนทึบน้ำในตัวเขื่อน แต่จะสร้างเป็นแผ่นทึบน้ำบนลาดตลิ่งด้านเหนือน้ำ เพื่อปิดกั้นไม่ให้น้ำไหลซึมผ่านตัวเขื่อน

จำแนกตามการการก่อสร้าง

- **เขื่อนคอนกรีต** เขื่อนที่สร้างด้วยคอนกรีตแบบต้านแรงดันของน้ำด้วยน้ำหนัก

1. <u>เขื่อนที่สร้างขึ้นเป็นแนวตรงขวางลำน้ำระหว่างหุบเขา</u> มีรูปร่างคล้ายรูปสามเหลี่ยม ที่มีฐานของเขื่อนกว้างไปตามลำน้ำ เขื่อนประเภทนี้จะต้องอาศัยน้ำหนักของตัวเขื่อนที่กดลงบนฐานรากในแนวดิ่ง สำหรับต้านแรงดันที่เกิดจากน้ำซึ่งเก็บน้ำทางเหนือเขื่อน ไม่ให้เขื่อนล้มหรือเลื่อนถอยไป

2. <u>เขื่อนรูปโค้งที่สร้างด้วยคอนกรีต</u> เป็นเขื่อนที่มีรูปโค้งเป็นส่วนของวงกลมสร้างขวางลำน้ำระหว่างหุบเขา โดยที่ปลายเขื่อนทั้งสองจะฝังแน่นไว้กับบริเวณลาดเขาทั้งสองข้าง เขื่อนที่โค้งเป็นส่วนของวงกลมนี้ สามารถรับแรงดันของน้ำที่กระทำกับตัวเขื่อนได้

เขื่อนกิ่วลม

เขื่อนประเภทนี้จึงไม่ต้องอาศัยน้ำหนักของเขื่อนเป็นหลัก ทำให้มีลักษณะบาง และสร้างได้อย่างประหยัด

จำแนกตามการการก่อสร้าง

- **เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น หรือ RCC. Dam**

1. เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น (Roller Compacted Concrete Dam; RCC. Dam) เริ่มคิดค้นตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1970 แต่ก่อสร้างจริงปี 1980 ได้แก่ เขื่อน Shimajigawa ในประเทศญี่ปุ่น

2. การจำแนกประเภทของเขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น จำแนกประเภท ตามการออกแบบและการ ก่อสร้าง ดังนี้

2.1 เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่นใช้ปูนซีเมนต์น้อย (Lean RCC. Dams) เป็นเขื่อนที่ใช้ตัวเชื่อมประสาน (Cementitious) คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland - Cement) กับขี้เถ้าลอย (Fly Ash) น้อยกว่า 100 กก./ลบ.ม (Fly Ash ไม่เกิน 40 %)และ ในการบดอัดแต่ละชั้นจะถมหนาประมาณ 0.30 เมตร ได้แก่ เขื่อน WillowCreek และเขื่อน Grindstone Canyon ในสหรัฐอเมริกา

จำแนกตามการการก่อสร้าง

- **เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น หรือ RCC. Dam**

2. การจำแนกประเภทของเขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น

2.2 เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่นใช้ปูนซีเมนต์ปานกลาง (Medium-Paste RCC. Dams) เป็นเขื่อนที่ใช้ตัวเชื่อมประสานคือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์กับ ขี้เถ้าลอย ระหว่าง 100-150 กก./ลบ.ม (Fly Ash ระหว่าง 40-60%) และในการบดอัดแต่ละขั้น จะถมหนาประมาณ 0.30 เมตร ได้แก่ เขื่อน Taung ใน อเมริกาใต้และเขื่อน Quail Creek South ในสหรัฐอเมริกา

2.3 เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่นใช้ปูนซีเมนต์มาก (High- Paste RCC.Dams) เป็นเขื่อนที่ใช้คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์กับขี้ เถ้าลอย ตัวเชื่อมประสานมากกว่า 150 กก./ลบ.ม ขึ้นไป (Fly Ash ระหว่าง 60-80%) และในการ บดอัด แต่ละชั้นจะถมหนาไม่เกิน 0.30 เมตร ได้แก่เขื่อน Santa Eugenia ในสเปน

จำแนกตามการการก่อสร้าง

- **เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น หรือ RCC. Dam**

2. <u>การจำแนกประเภทของเขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น</u>

2.4 เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่นโดยวิธี RCD. (Roller Compacted Dam) การก่อสร้างเขื่อนวิธีนี้ได้ทำขึ้น ครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแตกต่างไปจาก เขื่อน RCC. คือ ตัวเขื่อนจะมีเปลือกหุ้มซึ่งทำจากคอนกรีตธรรมดา (Conventional Concrete) หนา 2.00-3.00 เมตร เป็น เขื่อนที่ใช้ตัวเชื่อมประสาน คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์กับขี้เถ้าลอย 120-130 กก./ลบ.ม (Fly Ash ระหว่าง 20-35%) และในการบดอัดแต่ละชั้น หนาประมาณ 0.50-0.75 เมตร และมีการตัดรอยต่อ (Transverse Joints) จากด้านเหนือน้ำไปยังด้านท้ายน้ำด้วย ได้แก่ เขื่อน Tamagawa ในประเทศ ญี่ปุ่นเป็นประเทศแรก Guanyinge ใ

เขื่อนคลองท่าด่าน

Thank you