



## รายงาน

### การฝึกอบรมหลักสูตร Urban and Water Sustainability

เมื่อวันที่ ๔ - ๘ เมษายน ๒๕๕๙

ณ อาคารรัฐสิงคโปร์



จัดทำโดย

นายวินัย วังพิมูล

วิศวกรชำนาญการพิเศษ

กรมทรัพยากรน้ำ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



## กิตติกรรมประกาศ

การฝึกอบรมหลักสูตร Urban and Water Sustainability ครั้งนี้ ประสบความสำเร็จ ลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คือเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน

โดยได้รับทุนสนับสนุนจากรัฐบาลสิงคโปร์ ภายใต้ความร่วมมือ Singapore Cooperation Programme Training Award (SCPTA) / Small Island Developing States Technical Cooperation Programme (SIDSTEC) และ มหาวิทยาลัยหนานหยาง สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Nanyang Technological University; NTU) รวมทั้งได้รับการสนับสนุนค่าเดินทางไป-กลับ จากรัฐบาลไทย ผ่าน กรมความร่วมมือระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ ประเทศไทย

นายวินัย วังพิมูล วิศวกรชำนาญการพิเศษ สำนักบริหารจัดการลุ่มน้ำโขง กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในฐานะผู้ได้รับทุนดังกล่าวฯ จึงขอกราบขอบพระคุณ ผู้ที่ให้การสนับสนุนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้ ด้วย

## คำนำ

ปัญหาด้านทรัพยากรน้ำของประเทศไทย นับวันจะมีความรุนแรงและมีความถี่มากยิ่งขึ้น ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยเฉพาะปัญหาการขาดแคลนน้ำ

ประสบการณ์ที่ได้จากการฝึกอบรมฯ ศึกษาดูงาน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า สาธารณรัฐสิงคโปร์ เป็นอีกตัวอย่างที่พยายามอยู่กับธรรมชาติและทรัพยากรที่มีให้ได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากมีทรัพยากรน้ำอยู่ค่อนข้างจำกัด เป็นความท้าทายที่น่าสนใจและศึกษา ประเด็นการขาดแคลนน้ำอย่างแท้จริง จึงทำให้เกิดการตระหนัก (User awareness) ผนวกกับนโยบายของรัฐบาลที่ชัดเจน รวมทั้งความร่วมมืออย่างเข้มแข็งจากภาคประชาชน-ภาครัฐ และภาคเอกชน หรือ Public Private Partnership (PPP) จึงทำให้มีโครงการบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำที่ประสบความสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ดังนั้น การสร้างความตระหนักและปลูกจิตสำนึกให้กับประชาชนและคนรุ่นหลัง จึงจำเป็นและสำคัญเร่งด่วนที่ต้องทำอย่างจริงจังและต่อเนื่อง เพื่อให้เห็นคุณค่า และการนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ที่คุ้มค่าและยั่งยืน

วินัย วังพิมุล

๑๒ พ.ค. ๒๕๕๙

## สารบัญ

---

หลักสูตร และระยะเวลา .....	๕
ผู้จัดงานและสนับสนุน.....	๕
การกล่าวต้อนรับและพิธีเปิด .....	๕
ข้อมูลเบื้องต้นและการบริหารจัดการน้ำของสิงคโปร์.....	๖
การบรรยาย นำเสนอ และอภิปราย .....	๙
การศึกษา ดูงานภาคสนาม.....	๑๑
พิธีปิดการฝึกอบรม.....	๑๙
บทสรุป.....	๒๐
ข้อเสนอแนะ.....	๒๑

## หลักสูตร และระยะเวลา

การฝึกอบรมหลักสูตร Urban and Water Sustainability จัดขึ้นเมื่อวันที่ ๔ – ๘ เมษายน ๒๕๕๙ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน ภายใต้ความร่วมมือ Singapore Cooperation Programme Training Award (SCPTA) / Small Island Developing States Technical Cooperation Programme (SIDSTEC) ณ มหาวิทยาลัยหนานหยาง สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Nanyang Technological University; NTU)

การฝึกอบรม ๓ แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ

๑. การเรียนรู้ หลักการและทฤษฎี โดยการนำเสนอ บรรยาย และอภิปราย ซักถามและตอบคำถาม ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน โดยเน้นที่โครงการที่เป็นความร่วมมือของภาครัฐ-ภาคเอกชน (Public Private Partnership: PPP) ซึ่งได้มีการศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับความร่วมมือด้านการศึกษาวิจัย การจัดการองค์กร ข้อกฎหมาย ด้านการเงิน-ธนาคารและการลงทุน รวมทั้งกรณีศึกษาการประยุกต์ใช้หลักการ PPP กับโครงการด้านทรัพยากรน้ำที่ประสบความสำเร็จของสิงคโปร์

๒. การศึกษาดูงานภาคสนาม เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมฯ มีความเข้าใจที่กระจ่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยได้ไปศึกษาดูงานโครงการ PPP ด้านทรัพยากรน้ำที่ประสบความสำเร็จ

๓. การนำเสนอรายงานการจัดการน้ำของแต่ละประเทศ (Country Report) เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้แลกเปลี่ยน เรียนรู้ประสบการณ์ในการจัดการกับปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ

## ผู้จัดงานและสนับสนุน

๑. Singapore Cooperation Programme Training Award (SCPTA)
๒. Small Island Developing States Technical Cooperation Programme (SIDSTEC)
๓. มหาวิทยาลัยหนานหยาง สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Nanyang Technological University; NTU)
๔. กรมความร่วมมือระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ

## การกล่าวต้อนรับและพิธีเปิด

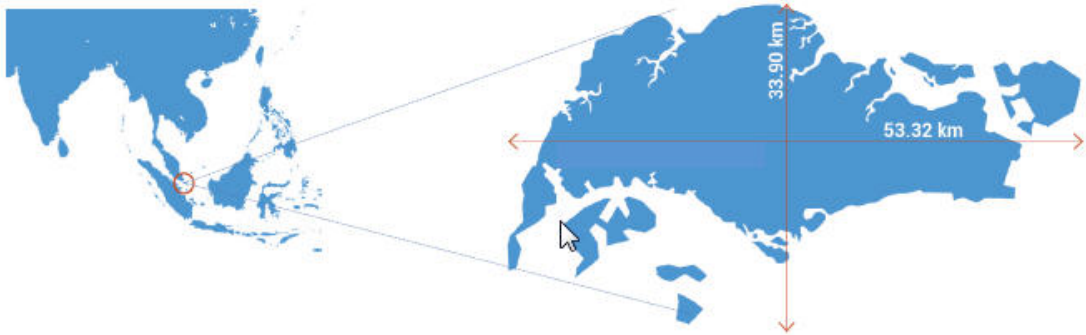


รศ.ดร. โรเบิร์ต เทือง (Assoc. Prof. Dr Robert Tiong) จากมหาวิทยาลัยหนานหยาง สาธารณรัฐสิงคโปร์ ได้กล่าวต้อนรับผู้เข้าร่วมฝึกอบรมฯ พร้อมทั้งได้นำเสนอภาพรวม ข้อมูลพื้นฐาน และทิศทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและชุมชนเมืองอย่างยั่งยืนของสิงคโปร์ พร้อมทั้งให้รายละเอียดเกี่ยวกับหลักสูตรการฝึกอบรม แนะนำเกี่ยวกับมหาวิทยาลัยหนานหยาง

มีผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมฯ จำนวน ๑๗ คน จาก ๑๖ ประเทศ ประกอบด้วย ผู้แทนจาก สาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา จำนวน ๒ คน และผู้แทนจากสาธารณรัฐมอริเชียส สาธารณรัฐเซเชลส์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยติมอร์-เลสเต สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ สาธารณรัฐคิริบาส สาธารณรัฐนาอูรู สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐกานา สาธารณรัฐฟีจี ประเทศภูฏาน ประเทศบอตสวานา ประเทศยูเครน ประเทศบาร์เบโดส ราชอาณาจักรกัมพูชา และราชอาณาจักรไทย ประเทศละ ๑ คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็น หมู่เกาะและมีพื้นที่ติดกับทะเลคล้ายคลึงกับสิงคโปร์

## ข้อมูลเบื้องต้นและการบริหารจัดการน้ำของสิงคโปร์

ประเทศสิงคโปร์ มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า **สาธารณรัฐสิงคโปร์** เป็นประเทศเกาะที่มีขนาดเล็กที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งอยู่นอกปลายทิศใต้ของคาบสมุทรมลายูและอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร ๑๓๗ กิโลเมตร ดินแดนของประเทศประกอบด้วยเกาะหลักรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งมักเรียกว่า เกาะสิงคโปร์



**สภาพลักษณะภูมิประเทศ** ภาคกลางและภาคตะวันตกเป็นเนินเขา ซึ่งเนินเขาทางภาคกลางเป็นเนินเขาที่สูงที่สุดของประเทศ เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสายสำคัญของสิงคโปร์ และภาคตะวันออกเป็นที่ราบต่ำ ชายฝั่งทะเลมักจะต่ำกว่าระดับน้ำทะเล มีพื้นที่ประมาณ ๗๑๐ ตารางกิโลเมตร มีแม่น้ำสายหลักคือ Singapore และ Rochor



สิงคโปร์ เป็นประเทศที่สามารถพัฒนาประเทศได้อย่างรวดเร็ว โดยสิงคโปร์ก้าวเข้าสู่การเป็นประเทศที่มีเสถียรภาพมากที่สุดประเทศหนึ่งในเอเชีย แม้สิงคโปร์จะไม่มีทรัพยากรธรรมชาติมากนัก แต่ด้วยยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่มุ่งเน้นพัฒนาทรัพยากรบุคคลกร ทำให้มีความรอบรู้ด้านเทคโนโลยี ควบคู่กับการปลูกฝังค่านิยมเรื่องความมีระเบียบวินัย เคารพกฎหมาย และมีเป้าหมายในการพัฒนาตนเองและประเทศอย่างชัดเจน จึงทำให้สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีศักยภาพทั้งทางด้านเศรษฐกิจและด้านการศึกษา จึง

ถือได้ว่าสิงคโปร์เป็นประเทศที่พัฒนาแล้วครบทุกด้าน





**สภาพภูมิอากาศ** ลักษณะภูมิอากาศของสิงคโปร์ คล้ายกับประเทศไทย คือเป็นแบบร้อนชื้น ฝนตกชุกตลอดปี เนื่องจากอิทธิพลทางทะเลและที่ตั้งของประเทศ เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝน พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ ๒,๔๐๐ มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งถือได้ว่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยโลกที่มีอยู่ประมาณ ๑,๐๕๐ มิลลิเมตรต่อปี (สำหรับประเทศไทยวัดได้ ๑,๕๗๒.๕ มิลลิเมตร: กรมอุตุนิยมวิทยา) แต่ด้วยข้อจำกัดเรื่องขนาดพื้นที่ของประเทศเพียง ๗๑๐ ตารางกิโลเมตร ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการกักเก็บน้ำฝน ประกอบกับมีแหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติน้อยทำให้การผลิตน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการของประชากรในประเทศ

**ประชากร** ปัจจุบันมีจำนวนประชากรถึง ๕ ล้านคนและคาดการณ์ว่าในอนาคต (ค.ศ. ๒๐๓๐) สิงคโปร์จะมีประชากรประมาณ ๗ ล้านคน โดยมีความหลากหลายทางเผ่าพันธุ์ ได้แก่ ชาวจีน ๗๖% ชาวมาเลย์ ๑๓.๗% ชาวอินเดีย ๘.๔% และอื่นๆ ๑.๙% ซึ่งอยู่ร่วมกันได้โดยไม่มีปัญหาความขัดแย้งด้านเชื้อชาติ นอกจากนี้ สิงคโปร์ยังเป็นประเทศในเอเชียที่มีการวางแผนครอบครัวได้ดีมาก จนทำให้จำนวนประชากรลดลง

**สำหรับประเด็นด้านทรัพยากรน้ำที่มีอยู่จำกัด** เป็นปัจจัยสำคัญที่รัฐบาลสิงคโปร์ต้องเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศ เดิมสิงคโปร์ต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำจืดจากรัฐยะโฮร์ ประเทศมาเลเซีย ซึ่งได้มีการเซ็นสัญญาตกลงซื้อขายน้ำจืดกัน ๒ ฉบับ คือ ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๐๔ (๑๙๖๑) และฉบับ พ.ศ. ๒๕๐๕ (๑๙๖๒) ซึ่งฉบับแรกได้หมดสัญญาไปใน ปี พ.ศ. ๒๕๕๔ (๒๐๑๑) และฉบับที่สองจะหมดสัญญาในราว ๕๐ ปีข้างหน้า ในปี พ.ศ. ๒๖๐๔ (๒๐๖๑) เมื่อพิจารณาในมุมมองของการจัดหาทรัพยากรที่ต้องพึ่งพิงการนำเข้าเพียงอย่างเดียว ย่อมทำให้สิงคโปร์ขาดเสถียรภาพและความมั่นคงทางทรัพยากรน้ำ หรือแม้กระทั่งเป็นโอกาสให้ประเทศมาเลเซียจะฉวยโอกาสขึ้นราคาหรือบีบบังคับให้สิงคโปร์ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขทางการเมืองของมาเลเซียได้

ดังนั้น ยุทธศาสตร์น้ำของสิงคโปร์ จึงเกิดขึ้นในสมัยของนายกรัฐมนตรี ลี กวน ยู ที่ต้องการเห็นสิงคโปร์สามารถบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศได้อย่างยั่งยืน จนได้รับยกย่องให้เป็น Architect of the Singapore Water Story ซึ่งรัฐบาลสิงคโปร์เร่งดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านน้ำ และให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยเพื่อหาน้ำจืด และเพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ โดยมีเป้าหมายให้สิงคโปร์ สามารถพึ่งพาทรัพยากรน้ำของตนเองได้ ก่อนที่ข้อตกลงสั่งซื้อน้ำจากมาเลเซียฉบับล่าสุด จะหมดอายุลงในปี พ.ศ. ๒๖๐๔ โดยมี Public Utilities Board หรือ PUB ของ Singapore’s National Water Agency ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ถูกตั้งขึ้นมาเพื่อบริหารจัดการเรื่องน้ำของสิงคโปร์ ศึกษาและหาแนวทางในการเก็บกักน้ำฝนทุกหยดที่ตกลงมาบนเกาะให้ได้

การจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ มีนโยบาย ๔ ก๊อกน้ำแห่งชาติ (Four National Taps) ได้แก่ ๑. การเก็บกักน้ำในพื้นที่ท้องถื่น (Local Catchment Water) ๒. นำน้ำเข้า (Imported Water) ๓. น้ำใหม่ (NEWater) และ ๔. น้ำทะเลเป็นน้ำจืด (Desalinated Water)



นอกจากนั้น ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการอนุรักษ์ด้านสิ่งแวดล้อม โดยส่งเสริมและสร้างความตระหนักให้ประชาชนช่วยกันอนุรักษ์ เห็นคุณค่าและมีความชื่นชมยินดี (Conserve, Value, Enjoy) เพื่อที่จะทำให้ทรัพยากรน้ำในประเทศสิงคโปร์ เป็นน้ำแบบ “ABC”

- A (Active) คือ ทำให้แหล่งน้ำ ไม่เป็นน้ำนิ่ง น้ำเน่า น้ำเสีย มีการจัดการแม่น้ำ คู คลอง ทางส่งน้ำ และอ่างเก็บน้ำ ที่มีการเคลื่อนไหว
- B (Beautiful) คือทำให้แหล่งน้ำทุกแห่ง เช่น แม่น้ำ คู คลอง อ่างเก็บน้ำมีภูมิทัศน์ที่สวยงาม สามารถจัดทำเป็นสถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจของประชาชนได้ หรือ จัดทำกิจกรรมนันทนาการ หรือ กิจกรรมกีฬาทางน้ำได้
- C (Clean) คือเป็นน้ำใสสะอาด เป็นน้ำที่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ต่อการบริโภค และสามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ และอุตสาหกรรมได้



## การบรรยาย นำเสนอ และอภิปราย

การเรียนรู้ หลักการและทฤษฎี โดยการนำเสนอ บรรยาย อภิปราย ซักถามและตอบคำถาม ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน โดยเน้นที่โครงการที่เป็นความร่วมมือของภาครัฐ-ภาคเอกชน (Public Private Partnership: PPP) ซึ่งได้มีศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับความร่วมมือด้านการศึกษาวิจัย การจัดการองค์กร ข้อกฎหมาย ด้านการเงิน-ธนาคารและการลงทุน รวมทั้งกรณีศึกษาการประยุกต์ใช้หลักการ PPP กับโครงการด้านทรัพยากรน้ำที่ประสบความสำเร็จของสิงคโปร์



การร่วมลงทุนระหว่างรัฐกับเอกชน (Public-Private Partnership: PPP) เป็นรูปแบบการดำเนินงานที่ภาครัฐเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศ เพื่อให้การลงทุนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และการดำเนินโครงการในการให้บริการสาธารณะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานและบริการ โดยที่มุ่งเน้นการให้บริการที่มีประสิทธิภาพคุ้มค่ากับต้นทุนมากกว่าภาครัฐดำเนินการเอง ซึ่งสามารถแบ่งเป็น ๓ รูปแบบหลัก คือ ๑) Build-Transfer (BT) ๒) Build-Operate-Transfer (BOT) และ ๓) Build-Own-Operate-Transfer (BOOT) หรือ Build-Own-Operate (BOO)



ปัจจัยที่ทำให้การลงทุนในรูปแบบ PPP ประสบความสำเร็จ คือ นโยบายและทิศทางการพัฒนาต้องชัดเจนในภาพรวม โครงการที่จะดำเนินการต้องมีการเตรียมความพร้อมทั้งกำลังคน องค์ความรู้ งานวิจัยต่อไปในอนาคต ภาคเอกชนจะพัฒนาได้เร็วในเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยี มีศักยภาพในการทำโครงการ ต้องมีทักษะในการบริหารจัดการ ความพร้อมของภาครัฐบาลที่จะให้ความร่วมมือและช่วยเหลือ สนับสนุนภาคเอกชนที่ชัดเจน ต้องมีองค์ความรู้ก่อนจึงนำเทคโนโลยีมาใช้ และต้องมีการเชื่อมโยง เสริมให้เศรษฐกิจดีขึ้น ทำให้เกิดสังคมอุดมปัญญาเกิดขึ้น จึงจะส่งผลให้การดำเนินงานในรูปแบบ PPP ประสบความสำเร็จได้



## การศึกษา ดูงานภาคสนาม

การศึกษาดูงานภาคสนาม เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมฯ มีความเข้าใจและกระจ่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยได้ไปศึกษาดูงานโครงการ PPP ด้านทรัพยากรน้ำ ที่ประสบความสำเร็จ ดังนี้

๑. การศึกษาดูงานโรงงานผลิตน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (New Water) ซึ่งเป็นโรงงานนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เริ่มโครงการในปี ค.ศ. ๑๙๙๘ โดยความร่วมมือระหว่างสาธารณูปโภคแห่งสิงคโปร์ (PUB) และกระทรวงสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรน้ำเพื่อให้ NEWater เป็นแหล่งผลิตน้ำ สำหรับการอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม ในประเทศสิงคโปร์ โดยผ่านกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีทันสมัย (microfiltration/reverse osmosis) และฆ่าเชื้อด้วยอุลตราไวโอเล็ต จนได้น้ำที่มีคุณภาพสูง นำกลับเข้าไปใช้ในกระบวนการผลิตและการหล่อเย็นของภาคอุตสาหกรรม และนำส่วนที่เหลือไปรวมกับแหล่งน้ำดิบเพื่อใช้ผลิตเป็นน้ำประปาสุประชาชนอีกครั้ง ซึ่งยุทธศาสตร์และเป้าหมายในการใช้น้ำ จาก NEWater จะได้เพิ่มจาก ๓๐ % ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดในปี ค.ศ. ๒๐๑๐ เป็น ๕๐% ในปีค.ศ. ๒๐๖๐ การจัดหาแหล่งน้ำนี้จะช่วยลดปัญหาความขัดแย้งเรื่องการแข่งขันทรัพยากรน้ำของภาคอุตสาหกรรมกับประชาชนได้เป็นอย่างดี



ประเทศสิงคโปร์ประสบความสำเร็จในการนำน้ำที่ใช้แล้วมาบำบัดใหม่ด้วยเทคโนโลยีการกรองและฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตราไวโอเล็ตจนสะอาดและปลอดภัยใช้บริโภคได้





โดยปัจจุบันมีโรงงานบำบัดน้ำใช้แล้วที่เรียกว่า NEWater ขนาดใหญ่ถึง ๔ แห่งที่สามารถผลิตน้ำจากการบำบัดน้ำที่ใช้แล้วให้นำกลับมาใช้ใหม่ ตอบสนองความต้องการใช้น้ำของประเทศได้ถึง ๓๐% และยังมีแผนการขยายโครงการที่จะผลิตน้ำระบบ NEWater นี้ให้ได้มากขึ้น ให้สามารถตอบสนองความต้องการของประเทศให้ได้ถึง ๕๕% ภายในปี ค.ศ. ๒๐๖๐ ระบบการรวบรวมน้ำทิ้งจาก อาคารบ้านเรือน ของประเทศสิงคโปร์นั้นใหญ่มาก ซึ่งสร้างเป็นอุโมงค์ส่งน้ำทิ้งอยู่ใต้ดินยาวถึง ๔๘ กิโลเมตร เรียกว่า Deep Tunnel Sewerage System (DTSS) และขณะนี้ยังอยู่ในระยะที่สองของการก่อสร้างโครงการทำอุโมงค์ส่งน้ำใช้แล้วใต้ดิน ซึ่งจะเสร็จสมบูรณ์ในปี ค.ศ. ๒๐๒๒



๒. โครงการเขื่อนมาริน่า (Marina Barrage) เป็นโครงการที่ต้องการแก้ปัญหาน้ำท่วม บริเวณที่ราบต่ำกลางเมือง ที่เป็นปัญหาซ้ำซาก รวมถึงการเตรียมจัดหาแหล่งน้ำสะอาดสำรองไว้ สำหรับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นทุกปี ลักษณะของเขื่อนมาริน่า มีความกว้าง ๓๕๐ ม. สร้างกันเพื่อ ปิดปากคลองมาริน่า ประโยชน์สามารถช่วยขยายพื้นที่รองรับน้ำฝนประมาณ ๖๐ % ของเกาะ สิงคโปร์ และเพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าน้ำสะอาดจากประเทศเพื่อนบ้าน รวมทั้งยังเป็นการ แก้ปัญหาน้ำท่วมในย่านธุรกิจที่เป็นปัญหาเรื้อรังมานานหลายสิบปี ด้วยระบบประตูระบายน้ำที่จะเปิด ประตูระบายน้ำ เมื่อระดับน้ำทะเลภายนอกต่ำกว่าระดับน้ำภายในคลองส่งน้ำ แต่หากระดับน้ำทะเล ขึ้นสูงกว่าระดับน้ำในคลองแล้วระบบการระบายน้ำที่ลงทะเลจะใช้ปั๊มน้ำสูบน้ำออกแทนการเปิด ประตูระบายน้ำ



นอกจากนี้เขื่อนมาริน่ายังได้เตรียมพื้นที่สำหรับการพักผ่อนหย่อนใจสำหรับคนเมืองด้วย สนามหญ้าขนาดเต็มพื้นที่ชั้นดาดฟ้าอาคาร (Green Roof) และภายในอาคารหลัก ก็ยังสร้างขึ้นมา ด้วยแนวคิดอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อม เช่น การทำดาดฟ้าอาคารให้เป็นสนามหญ้าเพื่อลดความร้อนที่จะ เข้าสู่ตัวอาคาร การใช้ผนังกระจกสองชั้น แผงโซลาร์เซลล์ เป็นต้น ภายในยังมีนิทรรศการ Sustainable Singapore ที่นำเสนอความเป็นมาของโครงการพร้อมกับการสร้างจิตสำนึกถึงการ อนุรักษ์แหล่งน้ำให้กับเยาวชน และประชาชนทั่วไป

โครงการเขื่อนมาริน่า เป็นหนึ่งในโครงการตามนโยบายการเก็บกักน้ำในพื้นที่ท้องถิ่น (Local Catchment Water) สิงคโปร์มีการจัดการน้ำสองระบบที่แยกจากกัน คือระบบการเก็บกักน้ำจาก น้ำฝน (Rainwater) ระบบหนึ่ง และระบบการเก็บกักน้ำที่ใช้แล้ว (Used water) ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ของโรงงานนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (NEWater)



สำหรับระบบการจับเก็บน้ำฝน จะมีคลอง คู แม่ น้ำ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำทั้งที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่สร้างขึ้นใหม่เพื่อใช้กักเก็บน้ำฝนอย่างเป็นระบบ และทำเป็นระบบเครือข่ายเชื่อมต่อกันจนกลายเป็นแหล่งปริมาณน้ำขนาดใหญ่ โดยพื้นที่กักเก็บน้ำของประเทศสิงคโปร์ได้เพิ่มจากครึ่งหนึ่งของพื้นที่ดิน (Land surface) เป็นสองในสามของพื้นที่ดิน และกำลังจัดทำระบบเก็บกักสายน้ำที่อยู่เรียงตามแนวชายฝั่งทะเล ที่อาจมีความเค็มเจือปน โดยใช้เทคโนโลยีบำบัดความเค็มของน้ำ ซึ่งจะทำให้ประเทศสิงคโปร์ สามารถเก็บกักน้ำได้ถึง ๙๐% ในอนาคต





๓. เยี่ยมชมโครงการสวนพฤกษศาสตร์ริมอ่าว (Garden by the Bay) ด้วยสภาพภูมิประเทศที่เป็นเกาะของสิงคโปร์ที่มีพื้นที่เพียง ๗๑๐ ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเกาะภูเก็ตเพียงเล็กน้อย แต่มีประชากรอาศัยอยู่รวมกันกว่า ๕ ล้านคน ทำให้สิงคโปร์มีข้อจำกัดเรื่องทรัพยากรด้านต่างๆ ดังนั้นโครงการสวนพฤกษศาสตร์ริมอ่าวขนาดใหญ่ ในย่าน Marina Bay เป็นหนึ่งในโครงการ PPP ที่ประสบความสำเร็จ ซึ่งสวนแห่งนี้มีความโดดเด่นหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบสถาปัตยกรรม การบริหารจัดการน้ำเพื่อพันธุ์ไม้ต่างๆ ชนิดจากทั่วทุกมุมโลก ทั้งพืชทะเลทราย พืชเมืองหนาว พืชที่อยู่บนดอยสูงระดับ ๒,๐๐๐ เมตรจากน้ำทะเล อย่างเช่นกุหลาบพันปี มีการทำโดมปรับอากาศเรือนกระจกรูปทรงเปลือกหอยที่ใหญ่ที่สุดในโลก ถึง ๒ โดม โดยไม่มีเสาค้ำยันภายในโดมขนาดใหญ่ ๒.๒ และ ๑.๕ เท่าของสนามฟุตบอล



นอกจากนี้ยังมีกลุ่มต้นไม้ยักษ์ Supertree Grove จำนวน ๑๘ ต้น เป็นรูปแบบของสวนแนวตั้งที่มีความสูงถึง ๒๕-๕๐ เมตร หรือประมาณตึก ๑๖ ชั้น มองเห็นได้ในระยะไกล ที่ด้านบนของต้นไม้ยักษ์มีการติดตั้ง Solar cell เพื่อใช้เก็บเป็นพลังงานส่องสว่างในเวลาากลางคืน

สวนแห่งนี้มีพื้นที่ขนาด ๑๐๑ hectares (๑.๐๑ ล้านตารางเมตร) นับว่าเป็นสวนที่ใหญ่ที่สุดในโลก เมื่อเทียบกับอัตราส่วนขนาดประเทศสิงคโปร์ ส่วนสวนพฤกษศาสตร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือสวน Royal Botanic Gardens, Kew มีขนาด ๑๒๑ hectares ตั้งอยู่ที่ลอนดอน ประเทศอังกฤษ พื้นที่ในสวน Gardens by the Bay จะแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน ดังนี้ Bay South Garden, Bay East Garden และ Bay Central Garden ส่วนที่มีพื้นที่มากที่สุดจะเป็น Bay South Garden มีพื้นที่ ๕๔ hectares



**ตัวอย่างการจัดการน้ำ สำหรับสวนพฤกษศาสตร์ อาคารรูปโดม** ที่มีความกว้างและสูงโปร่ง ภายในอาคารอากาศเย็นสบาย ด้วยระบบการนำน้ำเสียมาผ่านกระบวนการบำบัดและนำมาใช้ใหม่ โดยใช้กับบระบบหล่อเย็น มีการเติมน้ำเข้าไปในเส้นท่อที่ถูกออกแบบและฝังไว้ในพื้นคอนกรีต ทำให้พื้นเย็น รวมทั้งมีระบบระบายอากาศซึ่งควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ย ๒๓-๒๕ องศา และความชื้น ๖๐-๘๐ (RH%) โครงสร้างหลังคามุงกระจกให้แสงผ่านเข้ามาได้ มีความสูงจากพื้น ๓๘ เมตร ทำให้ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ภายในโดมได้จัดแสดงสวนย่อยๆ จากทั่วทุกมุมโลก เช่นสวนออสเตรเลีย, สวนแอฟริกาใต้, สวนอเมริกาใต้, สวนแคลิฟอร์เนีย, สวนเมดิเตอร์เรเนียน, กระบองเพชรและพืชอวบน้ำ, ต้นไม้รูปทรงขวด (African Baobab) รวมทั้งยังมีสวนดอกไม้พิเศษตรงกลางโดม สวนนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ ตามเทศกาลและธีม เช่นสวนทิวลิป (Tulipmania), สวนฝรั่งเศส (French Garden) เป็นต้น

**สรุปโดยรวม Gardens by the Bay** เป็นความพยายามของสิงคโปร์ที่จะทำประเทศให้เป็นเมืองแห่งสวน ซึ่งไม่ใช่สวนธรรมดาๆ แต่มีการบริหารจัดการ วางแผนบูรณาการกันทุกๆด้าน เป็นทั้งสถานที่ท่องเที่ยว สวนสาธารณะ สวนพฤกษศาสตร์ขนาดใหญ่ การก่อสร้างมีการวางแผนโครงการ การดำเนินงาน รูปแบบ PPP และสนองต่อความมั่นคงทางสถาปัตยกรรมเป็นอย่างดี เป็นพื้นที่สาธารณะที่ทำให้ประชาชนสิงคโปร์ได้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ทำกิจกรรม สันทนาการ และเป็นแหล่งท่องเที่ยว มีอาคารโดมแสดงดอกไม้ โดมเมฆ มีต้นไม้ต่างๆ ชนิดจากทั่วทุกมุมโลก มีการเปลี่ยน theme สวนอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ได้อีกด้วย



๔. เยี่ยมชมโรงงานบำบัดน้ำเสียเชิงกี ของ SembCorp (SembCorp PPP Waste water treatment plant at Changi) ซึ่งเป็นโครงการแบบ PPP อีกหนึ่งโครงการที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่



โรงงานแห่งนี้ เป็นหนึ่งในสี่โรงงานของสิงคโปร์ ผู้เข้าอบรมได้เข้ารับฟังการบรรยายให้ข้อมูล พร้อมทั้งได้เยี่ยมชมโรงงาน ในการผลิตและปฏิบัติการจริงภาคสนาม

๕. เยี่ยมชมสถาบันวิจัยด้านทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม ของ มหาวิทยาลัย นานหยาง (Nanyang Environment and Water Research Institute; NEWRI) สถาบันวิจัยฯ แห่งนี้ มีบทบาทสำคัญในศึกษาวิจัย ค้นคว้าเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทันสมัย ประกอบด้วยการใช้ เทคโนโลยีเมมเบรน ๒ ชนิด ทั้ง Microfiltration และ Reverse osmosis ร่วมกับการใช้รังสี Ultraviolet (UV) โดยเมมเบรนระดับ Microfiltration ที่มีรูพรุนประมาณ ๐.๑-๑.๐ ไมครอน จะทำหน้าที่กำจัดอนุภาคของแข็งแขวนลอยรวมถึงแบคทีเรียบางส่วน ในขณะที่เมมเบรนระดับ Reverse osmosis ที่มีรูพรุนขนาดเล็กต่ำกว่า ๐.๐๐๑ ไมครอน จะทำหน้าที่กำจัดแบคทีเรีย ไวรัส ตลอดจนสารเคมีปนเปื้อนต่าง ๆ จนหมดไป โดยผลงานวิจัยดังกล่าวเป็นผลงานหลักในกระบวนการผลิตของ โรงงาน NEWater ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการน้ำอย่างยั่งยืน ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น



## พิธีปิดการฝึกอบรม

การฝึกอบรมฯ ได้ดำเนินการตามกำหนดการและเสร็จสิ้นตามหลักสูตร ผู้เข้าร่วมที่ผ่านการฝึกอบรมตามหลักเกณฑ์ก็จะได้รับใบประกาศนียบัตร เพื่อใช้เป็นหลักฐานต่อไป

ในการนี้ นายวินัย วังพิมูล ได้มอบของที่ระลึก และหนังสือ **การบริหารจัดการน้ำในประเทศไทย (ฉบับภาษาอังกฤษ)** ของกรมทรัพยากรน้ำ ให้กับคณะผู้จัดงานฯ และมหาวิทยาลัยหนานหยาง เก็บไว้ใช้ประโยชน์ในการเรียน การสอน และอ้างอิงต่อไป อีกด้วย



=====



## บทสรุป

จากความสำเร็จของสิงคโปร์ในด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน นั้นเกิดจากวิสัยทัศน์และนโยบายของประเทศที่วิเคราะห์สภาพปัญหาในปัจจุบันและอนาคตได้อย่างชัดเจน รวมทั้งประชาชน-ภาครัฐ-ภาคเอกชน มีความมุ่งมั่นอย่างแรงกล้าที่จะแก้ไขปัญหาของชาติเพื่อความมั่นคงและยั่งยืนของประเทศ ผวนกับความมีประสิทธิภาพในการทำงานของหน่วยงานรัฐบาล ความมีจริยธรรมและความเสียสละของนักธุรกิจในการประกอบธุรกิจ ที่ไม่โลภเอาเปรียบประชาชนและประเทศชาติ ภายใต้การดำเนินงานโครงการที่เป็นความร่วมมือของภาครัฐ-ภาคเอกชน (Public Private Partnership: PPP) คือ ประชาชน ภาครัฐ และเอกชน และความรู้ความเข้าใจของประชาชนที่ให้ความร่วมมือกับรัฐบาล ประชาชนมีจิตสำนึกสูงและเห็นคุณค่าความสำคัญของทรัพยากรน้ำ สร้างอุปนิสัยการใช้น้ำอย่างประหยัดในครอบครัวและในที่ทำงาน โดยภาครัฐจะมอบใบประกาศเกียรติคุณแก่อาคารที่มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และ รัฐบาลกำลังรณรงค์ให้คนสิงคโปร์มีการบริโภคน้ำเฉลี่ยต่อหัว(per capita water consumption) ลดลง คือตั้งเป้าให้ภายในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ ประชาชนสิงคโปร์ จะลดการบริโภคน้ำลงเหลือเฉลี่ย ๑๔๗ ลิตรต่อหัว และภายในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ จะลดการบริโภคน้ำลงเฉลี่ยเหลือ ๑๔๐ ลิตรต่อหัว โดยได้มีการประชาสัมพันธ์ ให้ประชาชนแต่ละครอบครัว ตั้งเป้าลดการบริโภคน้ำลง ๑๐% หรือ ๑๐ ลิตรต่อครอบครัว เป็นการร่วมมือกัน เพื่อให้มีน้ำเพียงพอสำหรับทุกคนในประเทศสิงคโปร์ ประชาชนต้องช่วยกันอนุรักษ์ ต้องเห็นคุณค่า และต้องมีความชื่นชมยินดี (Water for all: Conserve, Value, Enjoy)

การรณรงค์ให้ประชาชนมีความตระหนักและเข้าใจความสำคัญของทรัพยากรน้ำได้รับการตอบรับจากประชาชนทั่วประเทศ มีประชาชนกว่าร้อยชุมชนทำกิจกรรมต่างๆ ที่สนับสนุนการจัดการให้น้ำในพื้นที่เป็นไปตามเป้าประสงค์ ซึ่งมีโครงการมากกว่า ๒๐ โครงการที่สำเร็จเรียบร้อยแล้ว และอีกหลายโครงการอยู่ระหว่างการดำเนินการ เป้าหมายสุดท้ายของประเทศสิงคโปร์ในเรื่องการจัดการทรัพยากรน้ำคือการทำให้ประเทศสิงคโปร์เป็นศูนย์กลางน้ำของโลก (Singapore Global Hydro Hub) และรัฐบาลมอบหมายให้สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งชาติของประเทศสิงคโปร์ ทำการศึกษาวิจัยพัฒนาเรื่องน้ำและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ศึกษานวัตกรรมเทคโนโลยีใหม่ที่ก้าวหน้า ในการบริหารจัดการเรื่องน้ำ ทั้งในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม รวมทั้งเครื่องจักรอุปกรณ์หรือระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำ

การจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ มีนโยบาย ๔ ก้อนน้ำแห่งชาติ (Four National Taps) ได้แก่ ๑. การเก็บกักน้ำในพื้นที่ท้องถิ่น (Local Catchment Water) ๒. นำน้ำเข้า (Imported Water) ๓. น้ำใหม่ (NEWater) และ ๔. ทำให้น้ำทะเลเป็นน้ำจืด (Desalinated Water)

นอกจากนั้น ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการอนุรักษ์ด้านสิ่งแวดล้อม โดยส่งเสริมและสร้างความตระหนักให้ประชาชนช่วยกันอนุรักษ์ เห็นคุณค่าและมีความชื่นชมยินดี (Conserve, Value, Enjoy) เพื่อที่จะทำให้ทรัพยากรน้ำในประเทศสิงคโปร์เป็นน้ำแบบ “ABC” ได้แก่ A (Active) คือ ทำให้แหล่งน้ำไม่เป็นน้ำนิ่ง น้ำเน่า น้ำเสีย มีการเคลื่อนไหว, B (Beautiful) คือ ทำให้แหล่งน้ำทุกแห่งมีภูมิทัศน์ที่สวยงาม และ C (Clean) คือ เป็นน้ำใสสะอาดและมีคุณค่า

## ข้อเสนอแนะ

การฝึกอบรมฯ ครั้งนี้ บรรลุวัตถุประสงค์ คือ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ ในการบริหารจัดการน้ำ ประเทศไทยสามารถนำวิธีการจัดการน้ำภายใต้โครงฯ มาประยุกต์ได้ ดังนี้

๑. สาธารณรัฐสิงคโปร์ มีทรัพยากรน้ำที่ค่อนข้างจำกัด เป็นอีกตัวอย่างที่พยายามอยู่กับ ธรรมชาติและทรัพยากรที่มีให้ได้ เป็นความท้าทายที่น่าสนใจและศึกษา ประเด็นการขาดแคลนน้ำ อย่างแท้จริง จึงทำให้เกิดการตระหนัก (User awareness) ผนวกกับนโยบายของรัฐบาลที่ชัดเจน รวมทั้งความร่วมมืออย่างเข้มแข็งจากภาคประชาชน-ภาครัฐ และภาคเอกชน หรือ Public Private Partnership (PPP) จึงทำให้โครงการบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำประสบความสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

๒. ปัญหาด้านทรัพยากรน้ำของประเทศ นับวันจะรุนแรงและมีความถี่มากขึ้น ดังนั้น การสร้างความตระหนักและปลูกจิตสำนึกให้กับประชาชนและคนรุ่นหลัง จึงจำเป็นและสำคัญ เร่งด่วนที่ต้องทำอย่างจริงจังและต่อเนื่อง เพื่อให้เห็นคุณค่าและการนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ให้เกิด ประโยชน์ที่คุ้มค่าและยั่งยืน



SINGAPORE  
COOPERATION  
PROGRAMME

This is to certify that

*Winai Wangpimool*

has successfully completed the course on

**URBAN AND WATER SUSTAINABILITY**

**4 to 8 April 2016**

under the

**SINGAPORE COOPERATION PROGRAMME  
TRAINING AWARD /  
SMALL ISLAND DEVELOPING STATES  
TECHNICAL COOPERATION PROGRAMME**

conducted by the

**Nanyang Technological University  
Centre for Continuing Education**

sponsored by the

**Ministry of Foreign Affairs, Singapore**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Heng AiK Yeow', is written over a horizontal line.

**HENG AIK YEOW**  
DIRECTOR-GENERAL  
TECHNICAL COOPERATION  
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS  
SINGAPORE