

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบระบบบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะเพื่อลดการใช้น้ำในอาคารภาคบริการของ 3 จังหวัด EEC ให้ได้อย่างน้อย 15% โดยจะครอบคลุมอาคารภาคบริการ 6 ประเภทกิจการ โครงการนี้มี 4 โครงการย่อยครอบคลุมการพัฒนาด้านวิศวกรรมด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านนิติศาสตร์ พร้อมทั้งเชื่อมผสานด้วยกิจกรรมการขับเคลื่อนเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์หลัก โดยสามารถสรุปโครงการย่อยแต่ละโครงการได้ดังต่อไปนี้

โครงการย่อยแรกทำการสำรวจข้อมูลการใช้น้ำจากทุกแหล่งในภาคบริการของ 3 จังหวัด EEC พบว่าในปี พ.ศ. 2561 มีจำนวนผู้ใช้น้ำประปาในภาคบริการ 26,443 ราย และใช้น้ำรวมทั้งสิ้น 37,988,337 ลบ.ม. แบ่งเป็น กลุ่มธุรกิจการค้า 17,206,736 ลบ.ม. กลุ่มสถานบริการและที่พัก 12,901,290 ลบ.ม. กลุ่มสถานศึกษา 3,383,893 ลบ.ม. กลุ่มโรงพยาบาล 2,798,539 ลบ.ม. กลุ่มสถานีบริการเชื้อเพลิง 226,595 ลบ.ม. กลุ่มตลาด ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้าและสหกรณ์ 1,471,284 ลบ.ม. สำหรับการใช้น้ำภาคบริการ จากแหล่งน้ำบาดาล แบ่งออกเป็น บ่อบาดาลราชการ 730 บ่อ และบ่อบาดาลเอกชน 695 บ่อ โดยบ่อบาดาลราชการมีการใช้น้ำ 312,649 ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น กลุ่มสถานศึกษา 259,029 ลบ.ม./ปี กลุ่มโรงพยาบาล 39,189 ลบ.ม./ปี และกลุ่มตลาด ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้าและสหกรณ์ 14,476 ลบ.ม./ปี สำหรับบ่อ บาดาลเอกชน มีการใช้น้ำ 4,780,047 ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น กลุ่มธุรกิจการค้า 4,241,752 ลบ.ม./ปี กลุ่มสถาน บริการและที่พัก 155,834 ลบ.ม./ปี โรงพยาบาล 34,431 ลบ.ม./ปี กลุ่มสถานศึกษา 102,177 ลบ.ม./ปี กลุ่มสถานีบริการเชื้อเพลิง 217,919 ลบ.ม./ปี และกลุ่มตลาด ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้าและสหกรณ์ 27,934 ลบ.ม./ปี การจัดอันดับประเภทผู้ใช้น้ำตามปริมาณการใช้น้ำจากมากไปอย่างน้อย ได้แก่ กลุ่มธุรกิจการค้า กลุ่มสถานบริการและที่พัก กลุ่มสถานศึกษา กลุ่มโรงพยาบาล กลุ่มตลาด ศูนย์การค้า และกลุ่มสถานีน้ำมันเชื้อเพลิง ตามลำดับ และการจัดอันดับประเภทผู้ใช้น้ำตามการใช้น้ำต่อรายเฉลี่ยจากมากไปอย่างน้อย ได้แก่ กลุ่มสถานบริการและที่พัก กลุ่มโรงพยาบาล กลุ่มสถานศึกษา กลุ่มตลาด ศูนย์การค้ากลุ่มธุรกิจการค้าและกลุ่มสถานีน้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับแนวโน้มการใช้น้ำเพื่อการบริการในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกในอนาคต พบว่า ในปีพ.ศ. 2570 มีความต้องการใช้น้ำเพื่อการบริการ รวมทั้งสิ้น 57,412,664 ลบ.ม. เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 ร้อยละ 51.13 แบ่งเป็น กลุ่มธุรกิจการค้า 26,541,058 ลบ.ม. กลุ่มสถานบริการและที่พัก 19,602,341 ลบ.ม. กลุ่มสถานศึกษา 4,798,589 ลบ.ม. กลุ่มสถานพยาบาล 4,049,819 ลบ.ม. กลุ่มสถานีบริการเชื้อเพลิง 326,059 ลบ.ม.และกลุ่มตลาด ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้าและสหกรณ์ 2,094,797 ลบ.ม. และในปี พ.ศ. 2580 จะมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการบริการ รวมทั้งสิ้น 75,723,572 ลบ.ม. เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 ถึงร้อยละ 99.33

โครงการย่อยที่ 2 เป็นการพัฒนาต้นแบบการบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะด้วยหลัก 3R โดยใช้การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ (Water Efficiency (WE)) ร่วมกับการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (WR) โดยใช้ร่วมกับเซ็นเซอร์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) คณะวิจัยได้ออกแบบต้นแบบระบบอัจฉริยะที่บำบัดน้ำเสียจากอาคารภาคบริการโดยใช้จุลินทรีย์ร่วมกับโอโซนและการกรองทราย โดยมีเซ็นเซอร์และ IoT เพื่อตรวจสอบและรายงานคุณภาพน้ำที่บำบัดเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำแบบ Real-time เพื่อประกันคุณภาพน้ำที่นำกลับมาใช้ซ้ำ โดยสามารถบำบัดน้ำเสียเพื่อเป็นน้ำใช้ซ้ำแบบไม่สัมผัสตัวคน (Non-portable Reuse) เช่น น้ำสำหรับหล่อเย็น น้ำชะระล้างชักโครกและน้ำรดพื้นที่สีเขียวได้มีคุณภาพผ่านค่ามาตรฐานน้ำใช้ซ้ำของ

ประเทศสหรัฐอเมริกา งานวิจัยนี้ยังได้ประเมินความเหมาะสมในการลงทุนน้ำระบบอัจฉริยะดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในอาคารภาคบริการใน 3 จังหวัด EEC โดยทำการประเมินวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ต่อเอกชนผู้ลงทุนใช้ต้นแบบการบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะสำหรับภาคบริการทั้งสิ้น 5 ทางเลือก (Scenario) โดยทำการประเมินกับอาคารภาคบริการทั้งสิ้น 195 ประเภท (แบ่งเป็น 13 ประเภทกิจกรรมภาคบริการ x 3 จังหวัด x 5 ขนาด จากเล็กมากถึงใหญ่มากตามปริมาณการใช้น้ำ) พบว่าทางเลือกที่ 3 คือการใช้ WE+WR สำหรับอาคารใหม่ และ WR สำหรับอาคารเก่าให้ครบถ้วนภายใน 5 ปีเหมาะสมที่สุดสำหรับอาคารภาคบริการ EEC จากการประเมินดังกล่าวพบว่าระบบบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะสำหรับภาคบริการมีศักยภาพในการลดการใช้น้ำได้ 22-33 ล้าน ลบ.ม. ต่อ ปี โดยพบว่ามี 59 ประเภทอาคาร (จาก 195 ประเภทอาคาร) ที่มี B/C ratio > 1 คือ เอกชนมีความคุ้มค่าจากการดำเนินการใช้ระบบบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะ (มี 17 ประเภทอาคารในฉะเชิงเทรา, 25 ประเภทอาคารในชลบุรี, และ 17 ประเภทอาคารในระยอง) อย่างไรก็ตามจากการจัดลำดับความสำคัญในการลดน้ำให้บรรลุเป้าหมาย 15% ของรัฐ พบว่ามี 5 ประเภทอาคารภาคบริการขนาดใหญ่ และใหญ่มาก (4 ประเภทอยู่ในชลบุรี และ อีก 1 ประเภทอยู่ในฉะเชิงเทรา) ที่รัฐควรต้องดำเนินการสนับสนุน ส่งเสริม และควบคุมให้เกิดการดำเนินการ 3R ตามแนวคิดระบบบริหารระบบจัดการน้ำอัจฉริยะก็จะสามารถลดการใช้น้ำใน 3 จังหวัด EEC ได้ถึง 22% หรือคือ 13-20 ล้าน ลบ.ม. ต่อ ปี โดยที่การลงทุนกับระบบจัดการน้ำอัจฉริยะสำหรับอาคารทั้ง 5 ประเภทดังกล่าวมี อัตราผลตอบแทนภายในตั้งแต่ 23-46% นับว่าคุ้มค่ามาก

โครงการย่อยที่ 3 ทำการประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการพัฒนาต้นแบบระบบบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะตามหลัก 3R ของภาคบริการในพื้นที่ EEC มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ทั้งที่ผ่านตลาดและไม่ผ่านตลาดซึ่งครอบคลุมมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของโครงการพัฒนาต้นแบบระบบบริหารจัดการน้ำตามหลัก 3R ของภาคบริการในพื้นที่ EEC และ 2) เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์จากทางเลือกต่างๆ โดยรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหลายแหล่งร่วมกับการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องด้านชลประทานและระบบนิเวศของพื้นที่ EEC สำหรับผลประโยชน์ทางอ้อมของสังคมในภาคเกษตรกรรมงานศึกษารุ่นนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีราคาตลาดทางตรงในการประเมินมูลค่าผลประโยชน์จากพืชเศรษฐกิจจำนวน 15 ชนิด ขณะที่ผลประโยชน์ต่อบริการระบบนิเวศได้ประยุกต์ใช้วิธีโอนย้ายผลประโยชน์แบบฟังก์ชันในพื้นที่ป่าชายเลนและพื้นที่ผิวน้ำแม่น้ำและอ่างเก็บน้ำที่สำคัญในพื้นที่ EEC ผลการศึกษาพบว่า นอกจากโครงการฯ จะสามารถสร้างผลประโยชน์สุทธิทางตรงเชิงเศรษฐกิจจากการประหยัดน้ำให้กับธุรกิจจำนวนมาก ภาคเกษตรกรรมและบริการของระบบนิเวศก็ได้รับประโยชน์อย่างมากเช่นกันในทุกกรณี แต่เมื่อพิจารณาอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และอัตราส่วนผลได้ต่อต้นทุน (B/C Ratio) รวมถึงความอ่อนไหวต่อความเสี่ยงในอนาคต พบว่า Scenario 3 เป็นมาตรการทางเลือกที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด สะท้อนให้เห็นได้ว่า การใช้มาตรการประหยัดน้ำ (WE) และ การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (WR) เฉพาะอาคารภาคบริการใหม่ที่สร้างหลังปี 2021 และ WR สำหรับอาคารภาคบริการเก่าครบทุกอาคารภายใน 5 ปี เป็นทางเลือกในการดำเนินมาตรการที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด

โครงการย่อยที่ 4 พัฒนาข้อเสนอแนะทางนโยบายและกฎหมาย มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษานโยบาย กฎหมาย มาตรการอื่นๆ รวมทั้งองค์การที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำและการจัดการน้ำตามหลัก 3R ในกฎหมายประเทศไทยและประเทศออสเตรเลีย 2) เพื่อศึกษา ประเมินประสิทธิภาพและข้อจำกัดในด้าน

นโยบาย กฎหมาย มาตรการอื่นๆ รวมทั้งองค์การที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำและการจัดการน้ำตามหลัก 3R ในกฎหมายของประเทศไทยที่ใช้บังคับในสถานประกอบการของภาคบริการ 5 กลุ่ม และ 3) เพื่อพัฒนาข้อเสนอเชิงนโยบาย กฎหมาย และมาตรการอื่นๆต่อภาครัฐจากการถอดบทเรียนต้นแบบ รวมทั้งเสนอข้อแนะนำด้านเทคนิคและการลงทุน โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ และเก็บข้อมูลโดยใช้การทบทวนวรรณกรรมทางกฎหมาย (กฎหมายไทย สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี เครือรัฐออสเตรเลีย) และใช้กระบวนการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การทำการสนทนากลุ่มเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การทำประชาพิจารณ์เพื่อรับฟังความเห็นจากหน่วยงานภาคเอกชนและภาครัฐที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการรับฟังความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิทางวิชาการ และการสนทนาโต๊ะกลมรับฟังความคิดเห็นของหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่ในการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้อง โครงการวิจัยย่อยนี้เสนอนโยบายและมาตรการทางกฎหมายที่ควรมีในประเทศไทยเพื่อส่งเสริมให้เอกชนทำ 3R ในเขตพื้นที่พัฒนาพิเศษภาคตะวันออกเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำลง 15 เปอร์เซ็นต์จากปีฐาน อันประกอบด้วยการออกมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง (มาตรฐานน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว กิจกรรมที่สามารถนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้ได้ และ มาตรฐานอุปกรณ์ประหยัดน้ำ) ต้องมีกฎหมายเข้ามากำหนดพื้นที่ในการบังคับใช้มาตรการอนุรักษ์น้ำ และประกาศให้เขตพื้นที่พัฒนาพิเศษภาคตะวันออกเป็นพื้นที่ส่งเสริมการอนุรักษ์น้ำ และมีการกำหนดให้เจ้าของอาคารใหม่ในธุรกิจบางประเภทมีหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียรวมถึงเอาน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ในกิจการที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ควบคู่ไปกับการที่ภาครัฐให้การสนับสนุนด้วยข้อมูลทางเทคนิค และการเงินในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การลดภาษี การนำค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมาลดหย่อนภาษี การจัดหาเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ การจัดตั้งกองทุนเพื่อการอนุรักษ์น้ำ และตรารับรอง ในส่วนอาคารเก่าให้ใช้มาตรการจูงใจด้วยราคาค่าน้ำและค่าบำบัดน้ำเสียเพื่อชักจูงให้ผู้ประกอบการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียรวมถึงเอาน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ ควบคู่กับการส่งเสริมโดยภาครัฐด้วยมาตรการต่างๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว

ท้ายที่สุด โครงการนี้ถูกขับเคลื่อนโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผลงานวิจัยได้รับการยอมรับและนำไปปฏิบัติโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จนบรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ กิจกรรมแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเริ่มต้นการศึกษาวิจัย มี 2 กิจกรรม ได้แก่ การสัมภาษณ์หน่วยงานส่วนกลางด้านนโยบายและกฎหมาย และการประชุมชี้แจงแผนงานในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยองและฉะเชิงเทรา ผลที่ได้รับ คือ หน่วยงานส่วนกลางทุกหน่วย และผู้บริหารจังหวัดทั้ง 3 จังหวัดให้ความเห็นชอบกับหลักการและแนวทางของโครงการ และที่ประชุมทุกภาคส่วนใน 3 จังหวัดไม่มีความเห็นคัดค้าน ช่วงหลังจากได้ผลการศึกษาวิจัยแล้ว มี 2 กิจกรรมได้แก่ การประชุมรับฟังความคิดเห็นต่อผลการศึกษาจากทุกภาคส่วน (Public Hearing) และการประชุมโต๊ะกลมระดับผู้มีอำนาจตัดสินใจ (Round Table) ซึ่งมีผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมายจากหน่วยงานสำคัญเข้าร่วมประชุม อาทิ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ องค์การจัดการน้ำเสีย สำนักงานปลัดกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น สำนักงานจังหวัดชลบุรี เทศบาลนครระยอง เทศบาลเมืองแสนสุข เทศบาลตำบลบางเสร่ เทศบาลตำบลมาบตาพุด สภาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย บมจ. เซ็นทรัลพัฒนา และโรงแรมสยาม เบย์ชอร์ พัทยา ที่ประชุมเห็นชอบในหลักการต่อนโยบายและมาตรการตามที่เสนอ และแนะนำให้เสนอต่อคณะรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาสั่งการ ผ่าน

ทาง สททช. และคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ สรุปได้ว่างานขับเคลื่อนโครงการได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวัง

ข้อเสนอแนะเพื่อขับเคลื่อนโครงการต่อไปจนบรรลุผล 1) นำข้อเสนอแนะด้านเทคโนโลยี แนวทางบริหารจัดการและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและกฎหมายเพื่อบังคับและสนับสนุนภาคบริการในการทำระบบจัดการน้ำ 3R บูรณาการร่วมกับข้อเสนอของภาคอุตสาหกรรมและภาคเมือง เสนอต่อเลขาธิการ สททช. เพื่อพิจารณานำเสนอที่ประชุมคณะรัฐมนตรี ผ่านคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ 2) คณะวิจัยด้านกฎหมายของแผนงานการพัฒนากระบวนการวางแผนบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ EEC ควรร่วมมือกับ สททช. ยกร่างกฎกระทรวงเพื่อการประหยัดน้ำและการใช้น้ำซ้ำ ภายใต้ พ.ร.บ.ทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 และ 3) สร้างความเข้าใจและความตื่นตัวให้แก่ทุกภาคส่วนต่อวิกฤตภัยแล้งในพื้นที่ EEC ที่จะเกิดขึ้นเร็วกว่าที่เคยคาดการณ์ไว้ เพื่อเร่งจัดการน้ำด้านอุปสงค์ (Demand Side Management) ควบคู่ไปกับการจัดการน้ำต้นทุน โดยเผยแพร่ข้อมูลผลวิจัยและตัวอย่างสถานประกอบการที่ประสบความสำเร็จในการจัดการน้ำด้วยเทคโนโลยี 3R ผ่านสื่อต่างๆ พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือทางวิชาการจากโครงการในรูปแบบของคู่มือ e-book และฐานข้อมูลใน website เพื่อให้เกิดการปรับตัวของสังคมโดยไม่ต้องรอให้มีกฎหมายบังคับ

Abstract

The main objective of this research is to develop a smart water management system for service sector in three provinces of Eastern Economic Corridor (EEC). To meet the government's goal, the smart system must be capable of reducing the water consumption for at least 15%. This project covers six major types of commercial and service buildings. The project has four sub-projects covering engineering, economics, and legal aspects together with the stakeholder engagement to achieve the main objective. The summary of each subproject is as follows:

The first sub-project assesses the water usage in the service sector from all water sources in the three provinces. In year 2018, the water users of service sector from Provincial Water Authorities is about 26,443 connections with the total water usage of 37,988,337 m³ per year divided into business group (17,206,736 m³ per year), service and accommodation groups (12,901,290 m³ per year), academic group (3,383,893 m³ per year), hospital group (2,798,539 m³ per year), fuel service station group (226,595 m³ per year), market sectors (1,471,284 m³ per year). On the other hand, the water usage of service sector from groundwater sources can be divided into 730 public wells and 695 private wells. The water usage from public wells is about 312,649 m³ per year including academic (259,029 m³ per year), hospital group (39,189 m³ per year), and market group (14,476 m³ per year). For the water usage from private wells is about 4,780,047 m³ per year including business group (4,241,752 m³ per year), accommodation group (155,834 m³ per year), hospital group (34,431 m³ per year), academic group (102,177 m³ per year), fuel stations group (217,919 m³ per year), and market group (27,934 m³ per year). The ranking of water usage by volume from high to low consumption rate is as follows: trade groups > accommodation groups > academic group > hospital group > market group > fuel station group, respectively. The ranking of water usage by water use per building from high to low is as follows: accommodation groups > hospital group > academic group > market group > fuel station group, respectively. As for the future trend of water use of service sector in the EEC area, the total water demand of service sector in year 2027 is about 57,412,664 m³ which increases by 51.13% from 2018. The water usage of service sector can be divided into business group (26,541,058 m³ per year), accommodation group (19,602,341 m³ per year), academic

group (4,798,589 m³ per year), hospital group (4,049,819 m³ per year), fuel stations group (326,059 m³ per year), and market group (2,094,797 m³ per year). Similarly, the total water demand of service sector in year 2037 is about 75,723,572 m³ per year which increases by 99.33 % from 2018.

The second sub-project is to develop the prototype of the smart water management system for service sector using 3R principal. The major tools are using water-saving fixtures (so called Water Efficiency (WE)) and using water treatment system to reclaim and reuse water (so called Water Reuse (WR)). Our research team has successfully designed the water treatment system using aerated microbial treatment together ozone followed by sand filtration to reclaim the wastewater to be reusable. Sensors and IoT were also used to monitor and ensure the quality for the water reuse in a real-time manner. The quality of reclaimed water is suitable for non-portable use including using in green area, in cooling tower, and for flushing toilets. Furthermore, our research team evaluated the financial feasibility of using the prototype of the smart water management system for service sector in EEC. We compared the cost and benefit of the total of 195 types of commercial building in service sector (including 13 sub-types of commercial building x 3 provinces x 5 sizes (based on the water consumption rates) from very small to very large). For each types of building, five possible smart water management scenarios were assessed. We found that Scenario 3, which relies on using WE and WR for new buildings and transforming all old building to use WR within 5 years, worked the best among all five. According to this scenario, the service sector in EEC can reduce water consumption by 22 to 33 million m³ per year. Of 195 types of building, 59 types of building (17 types in Chachoengsao, 25 types in Chonburi, and 17 types in Rayong) have benefit-to-cost ratio > 1, i.e. the owners of that types of building gain the total benefit from the investment on the smart water management system. Nevertheless, to achieve the government's goal (to reduce the water consumption by 15%), the government has to come up with enforcement or encouraging measures to ensure the implementation of the smart water management system by at least five types of commercial buildings (including four types in Chonburi and one type in Chachoengsao), all of which are large or very large in size. These five commercial building types can achieve the reduction of water consumption by 22% or 13-20 million m³ per year. The

investment on the smart water management system for these buildings has an internal return rate of 23 to 46%, very worth of investment.

The third sub-project aims to: 1) evaluate both market and non-market economic value covering the economic, social and environmental dimensions of the 3R development of a water management system prototype of the service sector in the EEC area; and 2) analyze and compare costs and benefits of various possible options. We collected secondary data from multiple sources together with in-depth interviews with experts involved in irrigation system and ecology of the EEC area. We applied the direct market price approach covering 15 types of major economic crops in the EEC area to estimate the indirect social benefits in agriculture generated from the introduced technology. In addition, we used the benefit transfer technique with a function transfer method in the mangrove and surface areas of rivers and reservoirs in the EEC area. Here this study revealed that the project is predicted to create positive benefits to firms, farmers, and ecosystem services. Considering the internal rate of return (IRR) and the benefit-to-cost ratio (B/C Ratio) as well as the sensitivity to future risks, Scenario 3 (water saving (WE) and water recycling (WR) measures are applied only for new service buildings built after 2021 and WR for all old service buildings within 5 years) is the most economical value.

The last sub-project is 1) to study policies, laws, other measures, as well as organizations dealing with water use and water management in accordance with 3R principles in German and Australia laws, 2) to assess the effectiveness and limitations of policies, laws, other measures as well as organizations dealing with water use and water management in accordance with the 3R principles of the Thai law in force in service sector establishments groups, and 3) to develop proposals for policy, legislation and other measures to the government through lesson learned from the model lessons Including offering technical and investment advice. This study is a qualitative research. After legal literature review (Thai law, Federal Republic of Germany, Commonwealth of Australia), semi-structured interview and focus group discussions were conducted. This is to verify the accuracy of the interview information. Later, the researchers held public hearings to gather opinions from the representatives of private sector and government organizations and then, research results were

discussed with the academic qualification expert. Finally, the round table discussion was held with government officials. To obtain 15% of water saving by 3 R approach in the Eastern Economic Corridor (EEC), this study proposes that standards for the quality control of reclaimed water, lists of activities that can use reclaimed water, and standard of water efficiency equipment need to be issued. Furthermore, the law to define the water conservation promotion zone should be enacted. It should follow by declaring the Eastern Economic Corridor (EEC) as a zone to promote water conservation. Consequently, owners of buildings, constructed after the promulgation of law, in some business of service sectors are required to install water-saving equipment, wastewater treatment systems and using reclaimed water as a non-portable water. Moreover, the government needs to support with technical assistance, financial supports, fiscal measures and environmental label such and as soft loan via the establishment of a fund for water conservation, corporate income tax exemption (CIT), tax cut, tax deduction (for the cost of waste water treatment plant installation). For owners of buildings, constructed before the promulgation of law, water and wastewater prices are negative incentives to persuade them to install water-saving equipment and wastewater treatment systems as well as using reclaimed water. However, Thai government needs to assist and support them with promotion measures as mentioned earlier.

Last but not least, this research project was driven by engaging all relevant stakeholders to make the results accepted and put into practice by the relevant authorities until achieving the expected outcome and impact. The stakeholder engagement was divided into 2 phases, the beginning of the research study and after obtaining the results of the research study. For the first phase, there were 2 activities. First, we interviewed with the federal agencies on policy and law and had the meetings to clarify work plan with local stakeholders in Chonburi, Rayong and Chachoengsao Provinces. With these attempts, all federal and local agencies agreed in the principle and concept of the project. The meeting resolution of all relevant sectors in the 3 provinces has no objection on the project.

After obtaining the results of the research study, we held Public Hearing Conference and the Round Table meeting, which was attended by executives and legal experts from key agencies, such as the Office of National Water Resources (ONWR), Wastewater Management

Authority, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Natural Resources and Environment, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Public Health, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education, Office of the Board of Investment, Department of Environmental Quality Promotion, Chonburi Provincial Office, Rayong Municipality, Saen Suk Municipality, Bang Saray Subdistrict Municipality, Map Kha Sub-district Municipality, Tourism Council of Thailand, Central Pattana Plc. And Siam Bayshore Hotel (Pattaya). The meeting agreed in principle to the outcome of the project including proposed policies and measures. The stakeholders recommend to propose our research findings to the Cabinet for consideration and for implementing the proposed measures through the ONWR and the National Water Resources Committee. It can be concluded that the project-driven work has achieved the expected results.

Our recommendations for further implementation of the research outputs to achieve the research outcome and impact are as follows. First, responsible agencies should propose our technology, management and policy and legal recommendations for service sector together with the recommendations of the industrial and urban sectors to the Secretary-General of the ONWR to consider proposing to the Cabinet meeting through the National Water Resources Committee. Second, legal researchers of the EEC Water Management Planning System Development Program together with ONWR should incorporate our smart water management system as well as other recommendation from the research to the Ministerial Regulations for Water Conservation and Water Reuse under the Water Resources Act 2018, being drafted now. Third, it is imperative to dissipate understanding and awareness among all sectors in the EEC area that the drought crisis will occur faster than previously anticipated. This accurate understanding may accelerate the implementation of water demand management along with water supply management. Research results and best practices in water demand management with 3R and IoT technology must be disseminating through various media along with providing technical assistance from the project in the form of e-books, and website databases to create social adaptation.