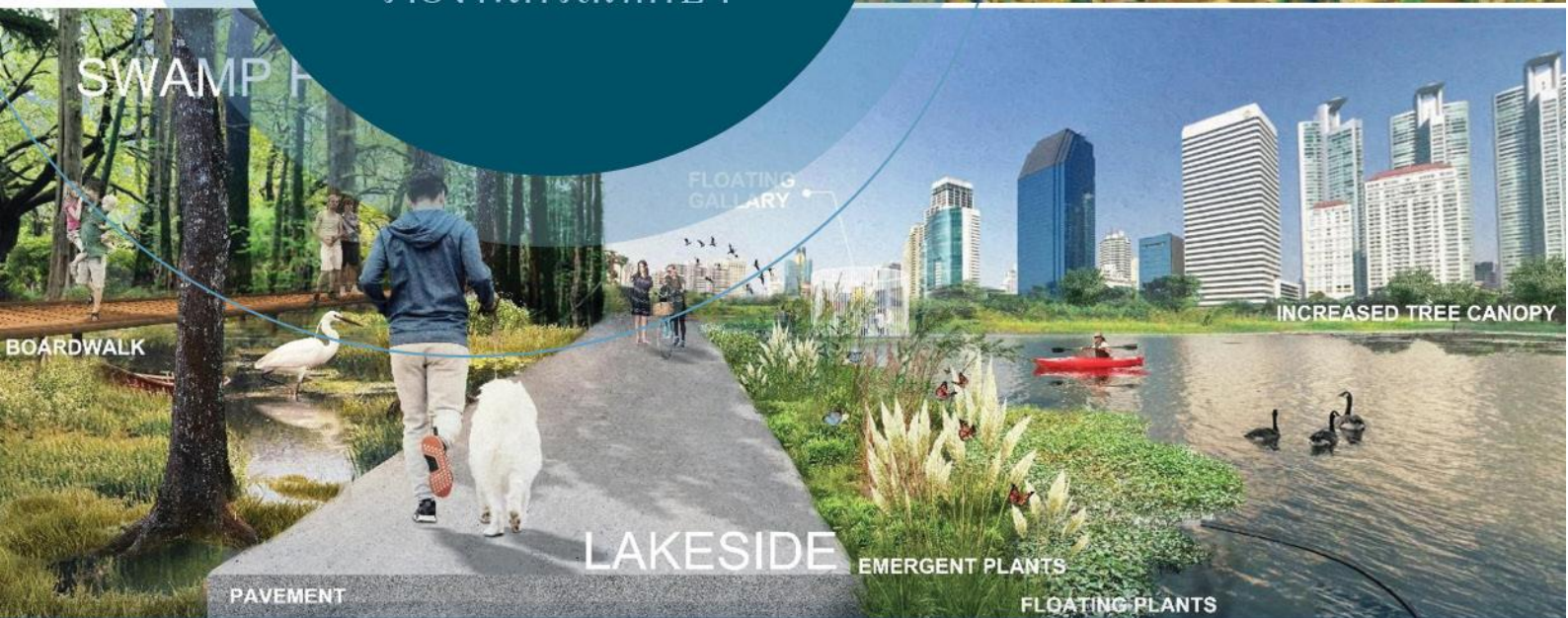


การศึกษาประเมินแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำท่วม
ในเขตเมืองในอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง

สามเหลี่ยมสีเขียว ย่านสุขุมวิท

รายงานกรณีศึกษา



กุมภาพันธ์ 2565

เสนอ: AWP DFAT และ World Bank

จัดทำโดย: CRCWSC และ ICEM

ข้อจำกัดความรับผิดชอบ

เอกสารนี้จัดทำโดยศูนย์วิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อเมืองที่มีความอ่อนไหวด้านน้ำ (Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities: CRCWSC) และศูนย์การจัดการสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ (International Centre for Environmental Management: ICEM) สำหรับโครงการการศึกษาประเมินแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองในประเทศลุ่มน้ำโขง (*Valuing the Benefits of Nature-Based Solutions for Integrated Urban Flood Management in Mekong Countries*) โดยจัดทำให้กับกระทรวงการต่างประเทศและการค้าออสเตรเลีย (Australian Government's Department of Foreign Affairs and Trade: DFAT) และ Australian Water Partnerships (AWP) ข้อคิดเห็น ข้อสรุป และข้อเสนอแนะในเอกสารนี้ไม่ถือเป็นความคิดเห็นของ DFAT หรือของ AWP

จัดทำโดย ศูนย์วิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อเมืองที่มีความอ่อนไหวด้านน้ำ (CRCWSC) และ ศูนย์การจัดการสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ (ICEM)

เสนอ กระทรวงการต่างประเทศและการค้าออสเตรเลีย (DFAT) และ Australian Water Partnership (AWP)

การอ้างอิง (Suggested Citation) DFAT, AWP. 2022. The Sukhumvit Green Triangle, Bangkok. Case Study Report. Valuing the Benefits of Nature-Based Solutions for Integrated Urban Flood Management in Mekong Countries

คณะทำงาน Ben Furmage, Jianbin Wang, Chloe Pottinger Glass, วิเทศ ศรีเนตร, กมลนัทร มีถาวร, Tran Viet Hung, Nguyen Thi Hong Sam, Vu Xuan Nguyet Hong, Luong Thi Quynh Mai และ Mai Ky Vinh

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ริเริ่มโดยธนาคารโลก (World Bank) และกระทรวงการต่างประเทศและการค้าออสเตรเลีย (Australian Government's Department of Foreign Affairs and Trade: DFAT) ดำเนินการโดยศูนย์วิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อเมืองที่มีความอ่อนไหวด้านน้ำ (Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities: CRCWSC) และศูนย์การจัดการสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ (International Centre for Environmental Management: ICEM) ได้รับการสนับสนุนจาก Australian Water Partnership (AWP) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการจัดการน้ำออสเตรเลีย-แม่โขง (Australia-Mekong Water Facility)

ในส่วนในประเทศไทย สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ทำหน้าที่เป็นหน่วยประสานงานกลาง ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) นอกจากนี้ยังได้รับการสนับสนุนจากกรุงเทพมหานคร สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) คณะทำงานขอขอบคุณอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ สำหรับข้อเสนอแนะและข้อมูลที่ให้แก่โครงการ นอกจากนี้ขอขอบคุณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (UddC) สำหรับข้อเสนอแนะต่างๆ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

วิสัยทัศน์ของกรณีศึกษาคือการสร้าง “สามเหลี่ยมสีเขียว (Green Triangle)” เพื่อเชื่อมโยงสวนเบญจกิตติกับสวนลุมพินีและพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิตติด้วยโครงข่ายพื้นที่สีเขียวอเนกประสงค์

เป็นการสาธิตแนวทางการจัดการน้ำแบบบูรณาการสำหรับเมืองชั้นนำระดับโลกอย่างกรุงเทพมหานคร

เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 กรมธนารักษ์และกองทัพบกได้ริเริ่มโครงการก่อสร้างสวนป่าเบญจกิตติ ระยะที่ 2-3 โดยนำนวัตกรรมการออกแบบพื้นที่ทางนิเวศวิทยามาใช้เพื่อปรับเปลี่ยนพื้นที่โรงงาน ยาสูบเดิมในย่านสุขุมวิทให้เป็นสวนป่าใจกลางเมือง ขณะเดียวกันกรุงเทพมหานครก็ได้ดำเนินโครงการปรับปรุง “สะพานเขียว” ซึ่งเป็นเส้นทางเชื่อมสวนเบญจกิตติกับสวนลุมพินี สวนสาธารณะที่ใหญ่ที่สุดและมีผู้นิยมมาใช้บริการมากที่สุดแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร

กรณีศึกษานี้ต่อยอดแผนงานดังกล่าว โดยเสนอแนะให้เพิ่มเติมองค์ประกอบสามส่วนดังนี้:

1. เพิ่มประโยชน์ใช้สอยของสวนเบญจกิตติให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยเทคนิคแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (Nature-based Solutions: NbS)
2. บูรณาการแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) สำหรับพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิตติ โดยใช้ทั้งมาตรการพื้นที่สีเขียวขนาดย่อมและมาตรการขนาดใหญ่
3. นำเสนอโครงการ “สามเหลี่ยมสีเขียว” เพื่อต่อยอดโครงการ “สะพานเขียว” สำหรับเชื่อมสวนสาธารณะขนาดใหญ่ทั้งสองแห่งกับพื้นที่สีเขียวด้านเหนือของสวนเบญจกิตติ ทั้งนี้ เพื่อสร้างย่านกลางเมืองที่ร่มรื่น น่าเดิน และมีความสมบูรณ์ทางนิเวศวิทยา โดยเน้นการที่ออกแบบที่เขียวและผู้คนเดินทางสามารถเลือกเส้นทางได้จากแพลตฟอร์ม “Cool Lines” ที่อาศัยเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT)

กรณีศึกษานี้ให้ความสำคัญกับเป้าหมายของการยกระดับสวนป่าเบญจกิตติให้เป็นโครงการต้นแบบของประเทศไทย และสนับสนุนเป้าหมายดังกล่าวโดยการนำเสนอแผนบูรณาการแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับโครงการแม่บท ซึ่งนอกจากจะช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในย่านสุขุมวิทซึ่งเป็นย่านธุรกิจและที่อยู่อาศัยแห่งสำคัญของกรุงเทพมหานครแล้วยังช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในสวนเบญจกิตติและพื้นที่โดยรอบด้วย ช่วยทำให้อากาศเย็นสบาย สร้างเครือข่ายพื้นที่กลางเมืองที่มีความสมบูรณ์ทางนิเวศวิทยา และก่อให้เกิดพื้นที่สันทนาการใหม่ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ด้านการพักผ่อนหย่อนใจ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจในท้องถิ่น และมีความสอดคล้องกับเป้าหมายการเป็นเมืองชั้นนำระดับโลกในอนาคตของกรุงเทพมหานครด้วย

ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) โดยรวมของโครงการ โดยพิจารณากรอบระยะเวลา 20 ปี พบว่ามีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 14 และมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ประมาณ 150 ล้านบาท สหราชอาณาจักร ผลประโยชน์ที่มากที่สุดมาจากการปรับปรุงคลอง ฝายสิงห์โตที่อยู่ทางด้านเหนือของสวนเบญจกิติ โดยเสนอให้มีการทำสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบ surface flow wetlands และแบบ subsurface flow wetlands ซึ่งผลประโยชน์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของการเพิ่มมูลค่าของทรัพย์สิน (อสังหาริมทรัพย์) บริเวณคลอง ฝายสิงห์โต ต้นทุนที่มีสัดส่วนมากที่สุดคือต้นทุนการติดตั้งและบำรุงรักษาหลังคาสีเขียวในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ ซึ่งในกรณีนี้ภาครัฐอาจออกมาตรการจูงใจและดำเนินการร่วมกับภาคเอกชน เช่น มาตรการจูงใจหรือสิทธิประโยชน์ที่กรุงเทพมหานครมีอยู่แล้วมาใช้ (อาทิเช่น มาตรการ Floor Area Ratio (FAR) Bonus) ร่วมกับการดำเนินการภายใต้โครงการส่งเสริมความรับผิดชอบต่อสังคม (CSR) ของบริษัทเอกชน และการริเริ่มทำความร่วมมือกับชุมชน รวมถึงการทำโครงการนำร่องต่างๆ เป็นต้น ควรณรงค์ให้มีความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของชุมชนเกี่ยวกับการนำแนวทางธรรมชาติในการบริหาร จัด ก า ร น้ า (NbS) มา ใช้ โดยสร้างเครือข่ายผู้นำท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการดำเนินการตามวิสัยทัศน์การพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสร้างความพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

ในภาพรวม กรณีศึกษานี้นำเสนอแผนบูรณาการการลงทุนขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เพื่อให้ เกิด ประโยชน์ สูง สุด จา ก การ ลง ทุน ทั้ง ห ม ด มากกว่าการคำนึงถึงประโยชน์จากการลงทุนแต่ละโครงการย่อย นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นความสำคัญของการนำร่องโดยการใช้นวัตกรรมหรือแนวทางแก้ไขปัญหาแบบใหม่ๆ รวมถึงความสำคัญของการปรับปรุงแผนและกฎระเบียบที่จำเป็นเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการขยายขอบเขตของโครงการให้สำเร็จ และท้ายที่สุด กรณีศึกษา นี้ เป็น หนึ่ง ใน พื้นที่ กรณีก ี ษ า ใน อ นุ ภ ู มิ ภ า ค ลุ่ม น้ำ โขง ที่ประยุกต์ใช้กรอบการจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองแบบบูรณาการ (Integrated Urban Flood Management: IUFM) ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน สามารถหารายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับ IUFM ได้จาก [IUFM Manual](#).

สารบัญ

ความเป็นมาของโครงการ	11
วิธีการศึกษา.....	13
การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	16
1. กำหนดบริบทเมือง	18
1.1 กรุงเทพมหานครในฐานะผู้นำการใช้แนวทางธรรมชาติในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	19
1.2 สวนเบญจกิติ: จากโรงงานยาสูบสู่พื้นที่สีเขียว-ปอดของย่านสุขุมวิท.....	20
1.3 การบูรณาการแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) ในพื้นที่รอบสวนเบญจกิติ - “พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ”.....	24
1.4 การเชื่อมโยงพื้นที่สีเขียวเพื่อเพิ่มมูลค่า - สวนลุมพินีและสะพานเขียว	25
2. การประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วม	27
3. การระบุแนวทางการบริหารจัดการน้ำท่วมที่เหมาะสมกับบริบท	30
3.1 การออกแบบประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลายของสวนเบญจกิติ	32
3.1.1 สวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบที่อยู่บนพื้นดินและแบบบนผิวหน้าในคลองใต้สิงห์โต	32
3.1.2. การปรับปรุงพื้นที่รอบทะเลสาบเพื่อเพิ่มความจุในการกักน้ำท่วมและปลูกป่าโกงกาง	34
3.1.3 การเก็บกักน้ำฝนเพื่อหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Stormwater harvesting)	37
3.2 แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) สำหรับพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ: มาตรการขนาดเล็ก และมาตรการขนาดใหญ่.....	38
3.2.1 หลังคาสีเขียว (Green roofs).....	40
3.2.2 หลุมปลูกต้นไม้ริมทาง (Tree pits) และร่องน้ำปลูกพืช (Swales).....	41
3.2.3 กระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (Stormwater planter boxes)	42
3.3 “สามเหลี่ยมสีเขียว” เชื่อมพื้นที่สีเขียวด้านเหนือของสวนเบญจกิติเข้ากับสวนเบญจกิติและสวนลุมพินี.....	43
4. การประเมินมูลค่าและการเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำ	48
5. การระบุกลไกการจัดหาเงินทุนและการใช้จ่ายเงินที่เหมาะสม	55
5.4 การใช้ประโยชน์จากการลงทุนภาคเอกชนและทุนสังคม	62
5.5 ระบบการเงินเพื่อสิ่งแวดล้อมที่กำลังขยายตัว	64
6. ข้อเสนอแนะและการดำเนินการขั้นต่อไป	64
ภาคผนวก 1: องค์ประกอบของต้นทุนและข้อสมมติ	68
ภาคผนวก 2: องค์ประกอบของผลประโยชน์และข้อสมมติ	71

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1: กระบวนการ IUFM	12
ภาพที่ 2: ภาพมุมมองทางอากาศของอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (บน) และการวางผัง (ล่าง)	17
ภาพที่ 3: ภาพมุมมองทางอากาศของมุด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสวนเบญจกิติ	18
ภาพที่ 4: ภาพจำลองโครงการสวนป่าเบญจกิติเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้ว	20
ภาพที่ 5: ซอยคาวบอย – แหล่งบันเทิงยามค่ำคืนที่โด่งดังบนถนนสุขุมวิท (บนซ้าย) สีแยกโกศก (ล่างซ้าย) และพื้นที่ที่กรณีศึกษาแสดงระดับความสูงและทิศทางการไหลของน้ำ (ขวา)	21
ภาพที่ 6: ภาพมุมมองทางอากาศของสวนลุมพินีและสวนเบญจกิติโดยมีสะพานเขียวเชื่อม ที่มา: UddC	22
ภาพที่ 7: แผนที่น้ำท่วมย่านสุขุมวิท (รอบอุบัติเหตุซ้ำเฉลี่ยทุก 20 ปี) (20-year ARI) และความสูงของอาคาร	24
ภาพที่ 8: ภาพรวมแนวทางแบบผสมผสานตามลำดับขั้น	26
ภาพที่ 9: ภาพรวมองค์ประกอบของการออกแบบปรับปรุงสวนเบญจกิติ	27
ภาพที่ 10: พื้นที่กรณีศึกษาและสถานที่ตั้งและภาพคลองไฟสีฟ้า	28
ภาพที่ 11: การออกแบบสวนชุ่มน้ำแบบบนผิวหน้า	29
ภาพที่ 12: เส้นแสดงระดับน้ำสูงสุด ระดับปกติและระดับต่ำของทะเลสาบ	29
ภาพที่ 13: ภาพจำลองการออกแบบการใช้งานที่หลากหลายตามระดับน้ำในทะเลสาบและการบูรณาการป่าโกงกางเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศในสวนเบญจกิติ	31
ภาพที่ 14: ระบบเก็บกักน้ำฝนเพื่อหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ (Stormwater harvesting)	32
ภาพที่ 15: ภาพรวม Nbs ในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ (ซ้าย) และแผนที่แสดงตำแหน่งที่มีศักยภาพในการดำเนินการ (ขวา)	33
ภาพที่ 16: (ซ้าย): องค์ประกอบของหลังคาสีเขียว และบาร์บนชั้นดาดฟ้าของโรงแรมโนโวเทล กรุงเทพมหานคร (ขวา)	34
ภาพที่ 17: แผนที่แสดงตำแหน่งที่มีศักยภาพในการทำหลังคาเขียวในพื้นที่กรณีศึกษาจากการสำรวจด้วยเครื่องมือ Fulcrum และระบบ GIS (ซ้าย) และรายชื่ออาคาร (ขวา)	35
ภาพที่ 18: สถานที่ซึ่งมีศักยภาพทำร่องน้ำปลูกพืช (swales) ในพื้นที่กรณีศึกษา	36
ภาพที่ 19: ภาพจำลองกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (stormwater planter box)	37
ภาพที่ 20: ภาพจำลองสะพานเขียว	37
ภาพที่ 21: โครงการ High Line ในนครนิวยอร์ก	38
ภาพที่ 22: โครงการสวนลอยฟ้าเจ้าพระยา	39
ภาพที่ 23: แพลตฟอร์ม Cool lines ที่ใช้ในออสเตรเลีย	40
ภาพที่ 24: แพลตฟอร์ม GoodWalk	41

ภาพที่ 25: สรุปต้นทุนในการลงทุน	44
ภาพที่ 26: ผลประโยชน์หลักและมูลค่า	45
ภาพที่ 27: การกระจายต้นทุนและผลประโยชน์	46
ภาพที่ 28: สัญญาซื้อขายน้ำฝนฉบับแรกของประเทศจีน	54

อักษรย่อ

ARI	รอบอุบัติซ้ำเฉลี่ย (Average recurrence interval)
AWP	สำนักงานความร่วมมือด้านน้ำของออสเตรเลีย (Australian Water Partnership)
BCA	การวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน (Benefit-Cost Analysis)
BCR	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio)
BMA	กรุงเทพมหานคร (Bangkok Metropolitan Authority)
CCMC	กองประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (กปอ.) (Climate Change Management and Coordination Division)
CRCWSC	ศูนย์วิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อเมืองที่มีความอ่อนไหวด้านน้ำ (Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities)
CSR	นโยบายความรับผิดชอบต่อสังคมของบริษัท (Corporate Social Responsibility)
DFAT	กระทรวงการต่างประเทศและการค้าของออสเตรเลีย (Australian Government's Department of Foreign Affairs and Trade)
FAR	อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio)
GHG	ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas)
GIS	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)
ICEM	ศูนย์การจัดการสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ (International Centre for Environmental)
INFFEWS	กรอบการลงทุนเพื่อเศรษฐกิจของเมืองที่มีความอ่อนไหวด้านน้ำ (Investment Framework for Economics of Water Sensitive cities)
IOT	เทคโนโลยี IoT หรืออินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (Internet-of-things)
IUFM	การจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองแบบบูรณาการ (Integrated Urban Flood Management)
NAP	แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (National Climate
NCCC	คณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (กนภ.) (National Committee on Climate Change Policy)
NbS	แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (Nature-based solutions)
NESDC	สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (Office of the National Economic and Social Development Board)
NESDP	แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (National Economic and Social Development
NGOs	องค์กรพัฒนาเอกชน (Non-governmental organizations)
NPV	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)
OECD	องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (The Organisation for Economic Cooperation and Development)

ONEP	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) (Office of Natural Resources and Environmental Policy)
ONWR	สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทน.) (Office of National Water Resources)
PPP	การร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน (Public-Private-Partnership)
UddC	ศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง (Urban Design and Development Centre)
UNFCCC	กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change)

ความเป็นมาของโครงการ

เมืองในปัจจุบันและในอนาคตจำเป็นต้องมีวิธีการบริหารจัดการแบบบูรณาการ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำท่วมเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดทั่วโลกและสร้างความเสียหายมากกว่าภัยธรรมชาติประเภทอื่น ทั้งภัยที่มีสาเหตุมาจากสภาพอากาศและไม่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ มีการคาดการณ์ว่าความเสียหายจากน้ำท่วมจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อันเนื่องมาจากการขยายตัวของเมือง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการน้ำโดยใช้วิธีการทางวิศวกรรมแล้วจะเห็นว่าการใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (Nature-based Solutions: NbS) อาทิเช่น สวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์ (wetland parks) สวนรับน้ำฝน (raingardens) ร่องน้ำปลูกพืช (bioswales) หลังคาและกำแพงสีเขียว (green roofs and walls) ใช้เงินลงทุนน้อยกว่า ปรึบขนาดของโครงการได้ง่ายกว่า และมีความยืดหยุ่นมากกว่า นอกจากนี้ประโยชน์ด้านการบริหารจัดการน้ำแล้ว NbS ยังก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมด้วย

ปัจจุบันมีการนำนวัตกรรมแนวทางธรรมชาติแบบบูรณาการมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำในเขตเมืองอย่างแพร่หลาย ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกส์ แนวคิดการใช้ NbS แบบบูรณาการในการบริหารจัดการน้ำได้รับการยอมรับมากขึ้น สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสังคมทั่วเอเชียที่มีความมุ่งมั่นมากขึ้นในการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพของคนในชุมชน และส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม บางครั้งผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจก็ยังคงมีความยากลำบากในการเลือกที่จะใช้ NbS หรือใช้ NbS แบบบูรณาการกับแนวทางวิศวกรรม หรือใช้แนวทางวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นวิธีการดั้งเดิมที่เคยทำมา มาใช้สำหรับการบริหารจัดการน้ำ

เพื่อรับมือกับความท้าทายดังกล่าว ศูนย์วิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อเมืองที่มีความอ่อนไหวต่อน้ำ (Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities: CRCWSC) และศูนย์การจัดการสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ (International Centre for Environmental Management: ICEM) ได้ทำงานร่วมกับหน่วยงานของรัฐบาลไทยและเวียดนามอย่างใกล้ชิด เพื่อระบุและประเมินผลประโยชน์ของ NbS อย่างครอบคลุมทุกด้าน ทั้งผลประโยชน์ที่มีมูลค่าตลาดและไม่มีมูลค่าตลาด (market and non-market values) ตลอดจนพิจารณารูปแบบการจัดหาเงินทุนและการลงทุนที่เหมาะสม

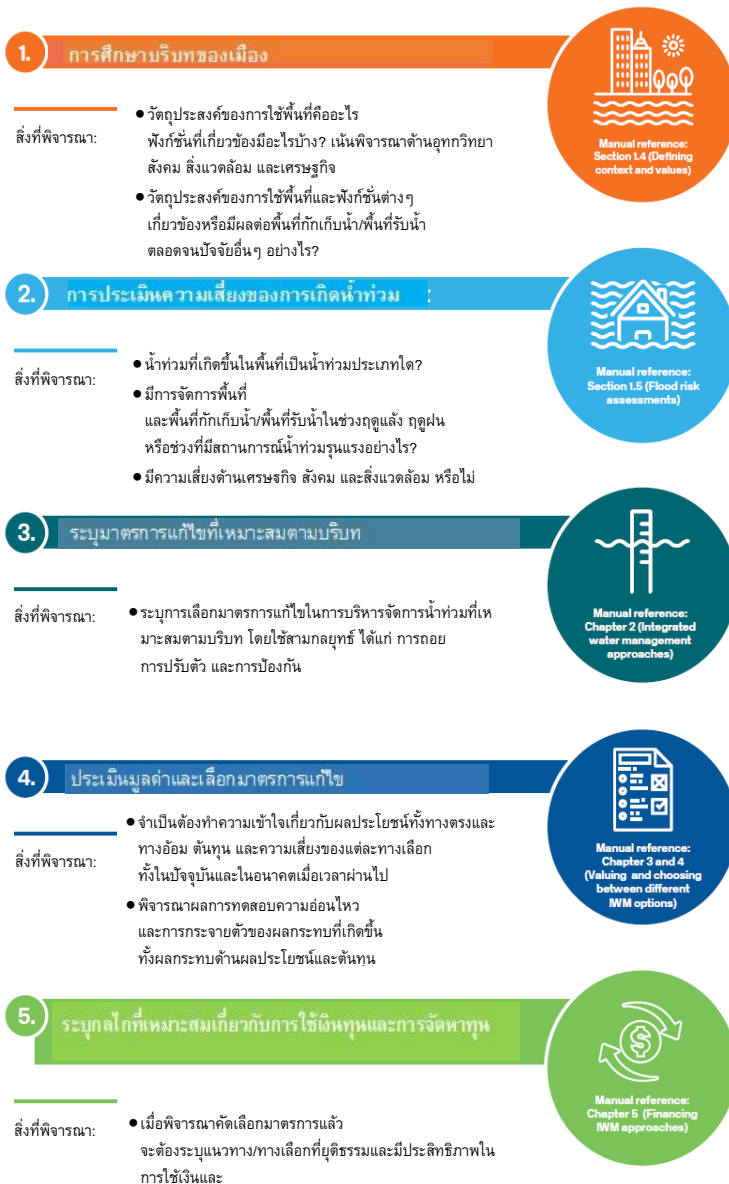
CRCWSC ได้พัฒนาและทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่า “Investment Framework For Economics of Water Sensitive Cities (INFFEWS)” ซึ่งมีแบบจำลองที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน (Benefit-Cost Analysis: BCA) และมีเครื่องมือประเมินมูลค่า (Value Tool) ที่สามารถใช้ประเมินผลประโยชน์ที่ไม่มีมูลค่าตลาดได้ เครื่องมือนี้ได้ถูกนำมาทดลองใช้อย่างกว้างขวางในออสเตรเลียและในหลายเมืองของประเทศจีน

ปัจจุบันนวัตกรรมนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในภูมิภาคลุ่มน้ำโขงโดยมุ่งเน้นที่ประเทศไทยและเวียดนาม มีการสาธิตการนำกระบวนการจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองแบบบูรณาการ (Integrated Urban Flood Management process: IUFM) และประเมินผลประโยชน์ทั้งที่มีมูลค่าตลาด (market value) และที่ไม่มีมูลค่าตลาด (non-market value) โดยมีกรณีศึกษาจำนวน 4 กรณีศึกษาในประเทศไทยและเวียดนาม

วิธีการศึกษา

การศึกษาดำเนินการตาม 5 ขั้นตอนของกระบวนการจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองแบบบูรณาการ (Integrated Urban Flood Management: IUFM) เพื่อระบุประเมินมูลค่า และเลือกแนวทางแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับบริบทในการบริหารจัดการน้ำท่วม

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ - ต้นทุน (Benefit-Cost Analysis: BCA) ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเนื่องจากเป็นวิธีที่รัดกุม และได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ในการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ชุมชนได้ เราสามารถนำการวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุนมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย อาทิเช่น การกำหนดขอบเขตของแนวคิดเชิงกลยุทธ์ การเปรียบเทียบทางเลือก หรือการทบทวนว่าโครงการ แผนงาน หรือกฎระเบียบให้ประโยชน์ตามที่ระบุไว้หรือไม่ การวิเคราะห์นี้ช่วยให้สามารถประเมินแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่เสนอไว้



ภาพที่ 1: กระบวนการ IUFM

ที่มา: คณะทำงาน

การศึกษานี้เริ่มต้นด้วยการกำหนดขอบเขตโดยละเอียดและทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่โดยอาศัยข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และเครื่องมือสำรวจ Fulcrum เพื่อกำหนดพื้นที่กรณีศึกษาและทำความเข้าใจความเป็นไปได้ในการใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) ในพื้นที่ที่กรณีศึกษาเลือกศึกษา หลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญของโครงการได้ทำการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบริบทของพื้นที่ และศึกษาทบทวนโครงการที่มีการดำเนินการโดยใช้แนวทางธรรมชาติ

ข้อมูลด้านอุทกวิทยาและการวิเคราะห์ความเสี่ยงของภัยน้ำท่วมตามขั้นตอนที่ 2 ส่วนใหญ่ได้มาจากการศึกษาทบทวนการศึกษาของ Delft IHE (2017 และ 2019)¹ ซึ่งจัดทำไว้ว่าอย่างครอบคลุม โดยคณะผู้ศึกษาได้จัดทำแผนที่แสดงผลกระทบของน้ำท่วมในย่านสุขุมวิทและวิเคราะห์ศักยภาพของ NbS ต่างๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานอย่างดีสำหรับนำมาต่อยอดพัฒนามาตรการที่เหมาะสมกับบริบทผู้เชี่ยวชาญของโครงการได้พัฒนา NbS สำหรับพื้นที่กรณีศึกษาโดยอาศัยประสบการณ์การใช้ NbS ภายในประเทศและต่างประเทศ ประกอบกับความรู้ความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญ มีการสำรวจพื้นที่กรณีศึกษาและจัดทำเอกสารข้อมูลสถานที่ทั้งหมดที่มีความเป็นไปได้สำหรับการใช้ NbS

จากนั้นมีการประมาณการต้นทุนของการใช้ NbS แบบบูรณาการโดยใช้ข้อมูลของประเทศและต้นทุนมาตรฐานที่ใช้ทั่วไป กรณีที่ไม่มีข้อมูลทางโครงการได้ใช้เทคนิค data transfer โดยการใช้ข้อมูลของประเทศอื่นในเอเชียแทน มีการใช้ข้อมูลจากกรณีศึกษาเมืองคุนชานในประเทศจีน² ซึ่งดำเนินการโดย CRCWSC และได้รับการสนับสนุนจากธนาคารโลกในการประเมินผลประโยชน์ของ NbS ตามกระบวนการ IUFGM ที่ดำเนินการที่เมืองคุนชานในประเทศจีน หลังจากนั้นมีการประมาณการผลประโยชน์ โดยผลประโยชน์ส่วนใหญ่ของกรณีนี้เป็นผลประโยชน์แบบมูลค่าตลาด เช่น ต้นทุนการทำความสะอาดหลังน้ำท่วมที่ประหยัดได้ เป็นต้น นอกเหนือจากนั้นมีการใช้เครื่องมือ INFFEWS Value Tool เพื่อประเมินผลประโยชน์อื่นๆ เช่น ผลประโยชน์จากการพักผ่อนหย่อนใจที่ผู้ใช้บริการได้รับ เป็นต้น เรียกว่าวิธีถ่ายโอนมูลค่า (Benefit transfer) จากการศึกษากรณีศึกษาอื่นที่มีวิธีการศึกษาคล้ายกัน รายละเอียดข้อสมมติของต้นทุนและผลประโยชน์สามารถศึกษาได้จากภาคผนวก

ข้อพิจารณาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงของผลประโยชน์และต้นทุนเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ผลประโยชน์บางอย่างเกิดขึ้นครั้งเดียว (one-off) เช่น มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของทรัพย์สิน (อสังหาริมทรัพย์) ผลประโยชน์บางอย่างเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น มูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมที่สามารถหลีกเลี่ยงได้หรือสามารถประหยัดได้ เป็นต้น อีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญคือการสร้างขีดความสามารถทางเทคนิคและการเงิน และการกำหนดผู้ดำเนินการ เพื่อให้ผู้รับผิดชอบสามารถดำเนินงานได้ และ NbS

¹ Majidi, A. N., Vojinovic, Z., Alves, A., Weesakul, S., Sanchez, A., Boogaard, F., & Kluck, J. (2019). Planning nature-based solutions for urban flood reduction and thermal comfort enhancement. *Sustainability*, 11(22), 6361 (p3); Hilly, G., Vojinovic, Z., Weesakul, S., Sanchez, A., Hoang, D. N., Djordjevic, S., ... & Evans, B. (2018). Methodological Framework for Analysing Cascading Effects from Flood Events: The Case of Sukhumvit Area, Bangkok, Thailand. *Water*, 10(1), 81.

² Wishart, M., Wong, T., Furnage, B., Liao, X., Pannell, D., & Wang, J. (2021). *Valuing the Benefits of Nature-Based Solutions*. Washington DC: World Bank.

ไ้ด้ รับ ก าร บ ำ ร ุง ร ัก ข ษา ไ้ ห้ ส ำ ม ำ ร ถ ไ้ ช ำ ง ำ น ไ้ ต ำ
นอกจากนี้แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์กรณีศึกษานี้ยังประเมินค่าผลประโยชน์โดยคำนึงถึงมูลค่าของ
เ จี น ต ำ ม เ ว ล ำ ก ล ำ ว คื อ
ผลประโยชน์ที่ได้รับในวันนี้ย่อมมีมูลค่ามากกว่าผลประโยชน์มูลค่าเท่ากันที่จะได้รับในอนาคตข้างหน้า
มีการกำหนด “อัตราคิดลด (discount rate)” ตามอัตรามาตรฐานของประเทศ ซึ่งอยู่ระหว่าง 2 – 6%
กรณีศึกษานี้มีข้อสมมติว่าอัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในการกำหนดอัตราคิดลดเท่ากับ 4%
ทั้งนี้ การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity testing)
โดยอัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวครอบคลุมอัตราผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาลของไทย
อายุ 20 ปี ซึ่งเท่ากับ 2.4% ด้วย

หลังจากใช้แบบจำลองวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์แล้ว
ขั้นตอนสุดท้ายที่มีความสำคัญมากคือการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity testing)
ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะชี้ให้เห็นว่าหากเงื่อนไขต่าง ๆ
มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญแล้ว บทสรุปหรือผลการวิเคราะห์สัดส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน
(BCR) มี ก าร เ ป ลี่ ย น แ บ ง ไ้ ม ำ ก น อย เ พื่ ย ง ไ้ ต ย ัง ค ำ ห รื อ ไ้ ม
ในกรณีที่ขาดข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่ชัดเจนแน่นอน
การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจึงมีความสำคัญมากเพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการวิเคราะห์
กรณีศึกษานี้วิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยการปรับต้นทุนให้เพิ่มขึ้นและปรับผลประโยชน์ให้ลดลงในช่วง
30% โดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำ 1,000 ครั้ง และแจกแจงค่าความน่าจะเป็น
นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยกำหนดให้อัตราคิดลดและข้อสมมติหลักต่างๆ
เปลี่ยนแปลง เช่น เช่น สมมติให้มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนหรืออัตราการใช้ NbS
ขนาดเล็กน้อยของภาคเอกชน และระยะเวลาของโครงการ เป็นต้น
สามารถศึกษารายละเอียดผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวได้ในบทที่ 4

ข้อเสนอแนะแนวทางการใช้จ่ายเงินทุนและแหล่งทุน ได้มาจากประสบการณ์ของโครงการที่ใช้ NbS
ทั้งในประเทศและต่างประเทศไทย เช่น มาตรการเกี่ยวกับอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR)
ที่มีการใช้ในประเทศไทย นอกจากนี้ยังอาศัยข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการวิเคราะห์ผลประโยชน์-
ต้นทุน (BCA) เช่น ข้อมูลการกระจายตัวของต้นทุนและผลประโยชน์ เป็นต้น
เพื่อหาแนวทางที่มีประสิทธิภาพและเป็นธรรม

การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและการพิจารณาแนวทางแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นองค์ประกอบที่มีความ
สำคัญอย่างยิ่ง นอกจากการส่งเสริมแนวทาง IUFM แล้ว โครงการยังมีเป้าหมายที่จะสร้าง
ขีดความสามารถและสร้างคณะทำงานภายในประเทศที่มีความรู้และเครื่องมือที่จำเป็นในการระบุและปร

ะมีผลประโยชน์และต้นทุนการใช้แนวทางธรรมชาติภายในกรอบการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

สำหรับการดำเนินการเบื้องต้นที่สำคัญนั้น มีการจัดตั้งคณะกรรมการกำกับโครงการ ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนระดับสูงจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง โดยมีผู้แทนจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) เป็นประธาน ในฐานะหน่วยงานที่มีภารกิจหลักด้านนโยบายการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทน.)

โครงการนี้มีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ 3 ส่วน ได้แก่:

- **1. การฝึกอบรมพื้นฐานสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Foundational training for National Stakeholders (8-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564):** การฝึกอบรมครั้งที่ 1 เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้โดยใช้ระยะเวลาสองวัน ออกแบบมาเพื่อให้ผู้บริหารระดับสูงของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเห็นภาพรวม และเพื่อแนะนำเสนอตัวอย่างของ NbS ซึ่งเป็นเครื่องมือเอนกประสงค์สำหรับการบริหารจัดการน้ำในประเทศออสเตรเลีย จีน และไทย เนื้อหาการฝึกอบรมประกอบด้วยคำแนะนำกรณีศึกษา การพิจารณาขั้นตอนที่ 1 และ 2 ของ กระบวนการ IUFM และการระดมความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมอบรมเพื่อให้คณะทำงานมีความรู้ความเข้าใจบริบทและประเด็นปัญหาของพื้นที่กรณีศึกษาอย่างเพียงพอ ทั้งกรณีศึกษาย่านธุรกิจสุขุมวิทและสวนสาธารณะเบญจกิติ และกรณีศึกษาย่านศูนย์การค้าและธุรกิจเมืองระยอง
- **2. การระบุกระบวนการ IUFM และแนวทางธรรมชาติ NbS แบบบูรณาการ (Identifying Integrated IUFM and NbS Interventions) (22-23 มีนาคม พ.ศ. 2564):** การฝึกอบรมครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการ IUFM โดยนำเสนอแนวทางแบบผสมผสานและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ มีการตั้งคำถามที่สำคัญเกี่ยวกับศักยภาพของ NbS ความเป็นไปได้ในการนำ NbS มาใช้ในพื้นที่ตลอดจนความสามารถและประโยชน์ของ NbS ในการแก้ปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่กรณีศึกษา เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมพิจารณา ทั้งกรณีศึกษาย่านธุรกิจสุขุมวิทและสวนสาธารณะเบญจกิติ และกรณีศึกษาย่านศูนย์การค้าและธุรกิจเมืองระยอง

- **3. การประเมินมูลค่าและเปรียบเทียบมาตรการที่ได้จากกระบวนการ IUFM (Valuing and comparing IUFM solutions) (11 มิถุนายน พ.ศ. 2564):**

การฝึกอบรมครั้งสุดท้ายนี้มุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนที่ 4 และ 5 ของกระบวนการ IUFM โดยมีการนำเสนอผลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน และนำเสนอรูปแบบการใช้จ่ายเงินทุนและแหล่งทุนที่เป็นไปได้ เป้าหมายหลักของการอบรมนี้คือการตรวจสอบข้อสมมติที่ใช้ในแบบจำลองว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ผู้เข้าร่วมการอบรมได้ร่วมอภิปรายประเด็นต่างๆ และมีข้อเสนอแนะที่สำคัญว่าควรปรับลดระยะเวลาสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจาก 40 ปี เหลือ 20 ปี การอบรมแบ่งออกเป็น 2 รอบ รอบแรกสำหรับกรณีศึกษายานธุรกิจสุขุมวิทและสวนสาธารณะเบญจกิติ และรอบที่สองสำหรับกรณีศึกษายานศูนย์การค้าและธุรกิจเมืองระยอง โดยผู้เข้าร่วมอบรมจากส่วนกลางและกรุงเทพมหานคร และจากระยอง เข้าร่วมการอบรมทั้งสองรอบ

วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมคือเพื่อสนับสนุนให้เกิดคณะทำงานระดับชาติ จึงมีการเชิญผู้แทนคนเดิมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมการฝึกอบรมแต่ละครั้งเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของงานการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม เมื่อกรณีศึกษาที่มีความก้าวหน้าขึ้นคณะทำงานได้ขยายขอบเขตการมีส่วนร่วมไปยังองค์กรที่ไม่ใช่หน่วยงานภาครัฐ (non-government organizations) ที่ทำงานเกี่ยวกับการพัฒนาและนำ NbS มาใช้ในประเทศไทย โดยมีการหารือกับศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (UddC) ซึ่งทำให้ได้รับข้อมูลเชิงลึกและมุมมองที่เป็นประโยชน์หลายประการ รวมทั้งเป็นการสร้างเครือข่ายที่มีความเข้มแข็งในการนำแนวคิด NbS มาใช้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

1. การกำหนดบริบทเมืองที่ทำการศึกษา

“อดีตบอกกับเราว่าโดยตลอดว่ากรุงเทพมหานครเป็นเมืองแห่งสายน้ำ มีป่าไม้และธรรมชาติอันเขียวชอุ่ม เราเคยอยู่ในมหานครที่อยู่ใต้เงาไม้ จนกระทั่งเมื่อ 70 กว่าปีก่อนที่เราเสียต้นไม้ใหญ่เก่าแก่เป็นจำนวนมากและถูกแทนที่ด้วยอาคารผืนดินที่อุดมสมบูรณ์ถูกปกคลุมด้วยคอนกรีต และผู้คนเริ่มดำเนินชีวิตโดยหันหลังให้กับน้ำ อันที่จริงเราสามารถอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติในใจกลางเมืองได้จริง เราต้องทำความเข้าใจว่าทรัพยากรป่าไม้มีความสำคัญต่อพวกเรามาก มนุษย์ ป่าไม้ และสัตว์ป่ามีความสัมพันธ์กันอย่างลึกซึ้งซึ่งจนไม่สามารถจะขาดส่วนหนึ่งส่วนใดได้”³

³ ศูนย์ประชาสัมพันธ์กองทัพบก (พ.ศ. 2563). กองทัพบกร่วมมือกรมธนารักษ์ลงนาม MOU สร้างสวนป่า “เบญจกิติ” ระยะที่ 2-3.

ค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2564, จาก <https://www.facebook.com/armyprcenter/posts/3430609813671373>

1.1 กรุงเทพมหานครในฐานะผู้นำการใช้แนวทางธรรมชาติในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

กล่าวได้ว่ากรุงเทพมหานครเป็นผู้บุกเบิกการใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตามวิสัยทัศน์อนาคตสำหรับกรุงเทพมหานครที่มุ่งสู่การเป็นเมืองที่สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หนึ่งในโครงการแรก ๆ ที่แสดงศักยภาพอย่างเต็มที่ของพื้นที่สีเขียวที่ใช้ประโยชน์แบบอเนกประสงค์คือโครงการอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งเปิดให้บริการเมื่อ พ.ศ. 2560 ภายในอุทยานมีหลังคาสีเขียว (green roof) ที่ใหญ่ที่สุดในประเทศซึ่งอาศัยแรงโน้มถ่วงในการรวบรวม บำบัด และหมุนเวียน เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมในพื้นที่โดยรอบ ป้องกันน้ำท่วมรุนแรงที่มีรอบอุบัติซ้ำทุก 50 ปี (a 50-year ARI flood event) มีสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์ที่ใช้พืชพื้นถิ่นมาบำบัดและปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีบ่อกักน้ำขนาดใหญ่ (retention pond) เพื่อรองรับน้ำฝนไว้ใช้รดน้ำต้นไม้ ไม่ปล่อยให้น้ำฝนที่ไหลลงและน้ำฝนบนหลังคาถูกระบายทิ้งภายในอุทยานปลูกพืชและต้นไม้หลากหลายพันธุ์กว่า 300 ชนิด มีอาคารอเนกประสงค์เชื่อมต่อกับ "ห้องเรียนกลางแจ้ง" ซึ่งประกอบด้วยสวนสมุนไพร พื้นที่นั่งสมาธิ สวนไผ่และสนามเด็กเล่น จักรยานที่ถูกล็อกไว้กับที่ในน้ำช่วยให้ผู้มาเที่ยวชมมีส่วนร่วมบำบัดน้ำในบึงประดิษฐ์ด้วยการปั่นจักรยานเติมอากาศในน้ำ⁴



⁴ อุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กระบวนการที่ดิน รางวัลภูมิทัศน์ระหว่างประเทศ Landezine. <https://landezine-award.com/chulalongkorn-university-centenary-park/>



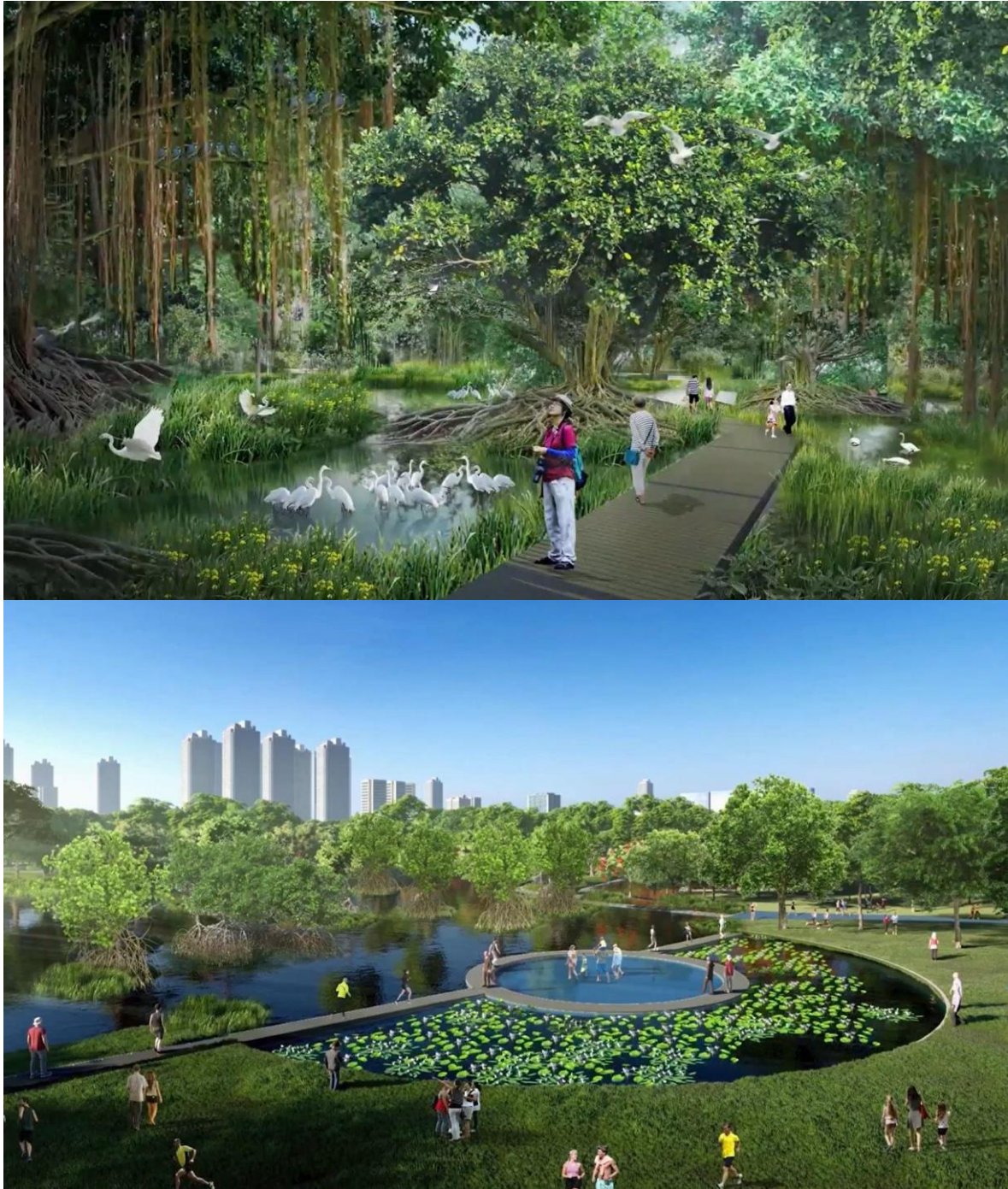
ภาพที่ 3: ภาพมุมมองทางอากาศแสดงพื้นที่ชุ่มทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสวนเบญจกิติ

ที่มา: การสำรวจพื้นที่ วันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ภาพสถานที่ก่อนเริ่มการก่อสร้างสวนป่าเบญจกิติ

เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 การยาสูบแห่งประเทศไทย (กยท.) ได้ส่งมอบพื้นที่ที่เหลือคืนต่อกรมธนารักษ์และกองทัพบกได้ลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือการดำเนินการก่อสร้าง “สวนป่าเบญจกิติ” ระยะที่ 2 และ 3 ด้วยงบประมาณ 652 ล้านบาท (ประมาณ 20,794,000 ดอลลาร์สหรัฐ) เพื่อปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์และอาคารเดิมภายในสวนโดยมีวิสัยทัศน์เพื่อสร้างพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อกับย่านพักอาศัยเดิมนี้คือสวนป่าที่ออกแบบให้ทุกพื้นที่มีน้ำซึ่งจะทำให้สวนป่าแห่งนี้ทำหน้าที่เสมือน “ฟองน้ำขนาดยักษ์” ในใจกลางกรุง ที่มีความสามารถในการเก็บน้ำได้ถึง 120,000 ลูกบาศก์เมตรในช่วงหน้าฝนและแผ่กระจายความชุ่มชื้นในช่วงหน้าแล้ง เป็นการช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้งให้กับเมือง

ตามแผนจะเก็บต้นไม้เดิมไว้ทั้งหมด 1,733 ต้นและนำพันธุ์ไม้พื้นถิ่นหลายชนิดกลับมาปลูกใหม่รวมทั้งพันธุ์ไม้หายาก เช่น ต้นโพธิ์ต้นไทร จะมีการปรับปรุงภูมิทัศน์เพื่อสร้างพื้นที่ปลูกต้นไม้ตามภูมิปัญญาการยกร่องสวนพื้นบ้านเพื่อไม่ให้รากต้นไม้ถูกน้ำท่วมและลดภาระการรดน้ำต้นไม้ด้วยการปล่อยน้ำให้แรงโน้มถ่วงตามธรรมชาติช่วยทำางานความหลากหลายของพันธุ์ไม้จะสร้างความสมบูรณ์ทางนิเวศวิทยา

เหมาะแก่การเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ เช่น นกอพยพ จะมีการปรับปรุงอาคารโกดังยาสูบเก่า
จัด ทำ หอ พ ร ร ณ ไ ม้ ห า ย า ก ท ำ ง เ ต อ น ท ำ ง จั ก ร ย ำ น
และศูนย์เรียนรู้สำหรับประชาชนเพื่อสร้างจิตสำนึกให้ตระหนักถึงคุณค่าของป่า น้ำ ทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ ยังจะใช้วิธีการที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในการดูแลสวน เช่น
ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ (โซลาร์เซลล์) เพื่อเป็นพลังงานส่องสว่างภายในพื้นที่และติดตั้งกังหันน้ำ
โครงการมีเนื้อที่ทั้งสิ้น 41.4 เฮกเตอร์ (ประมาณ 260 ไร่) รวมพื้นที่โครงการระยะแรกด้วย
คาดว่าสวนป่าเบญจกิติจะก่อสร้างเสร็จปลายปี พ.ศ. 2564 และเปิดให้บริการตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2565
กรณีศึกษาที่พิจารณาแนวทางธรรมชาติที่จะก่อให้เกิดผลประโยชน์เพิ่มเติมนอกเหนือจากผลประโยชน์ที่
ได้จากการปรับปรุงสวนเบญจกิติที่วางแผนไว้แล้ว



ภาพที่ 4: ภาพจำลองโครงการสวนป่าเบญจกิติเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้ว

ที่มา: ศูนย์ประชาสัมพันธ์กองทัพบก. (พ.ศ.2563). กองทัพบกร่วมมือกรมธนารักษ์ลงนาม MOU สร้างสวนป่า “เบญจกิติ” ระยะที่ 2-3. ค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 จาก <https://www.facebook.com/armyprcenter/posts/3430609813671373>

1.3 การบูรณาการแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) ในพื้นที่รอบสวนเบญจกิติ - “พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ”

นอกจากสวนเบญจกิติแล้ว กรณีศึกษายังมุ่งเน้นพื้นที่กลางเมืองอีกแห่งซึ่งตั้งอยู่ระหว่างสวนเบญจกิตากับถนนสุขุมวิท เขตคลองเตย (ภาพที่ 5) ย่านนี้มีชุมชนหนาแน่นและมีความเป็นเมืองสูง เต็มไปด้วยตลาด โรงแรม ห้างสรรพสินค้า และอาคารสูง เพื่อการพักอาศัย ทิศเหนือติดถนนสุขุมวิทซึ่งเป็นถนนที่พลุกพล่านที่สุดแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร มีสถานบันเทิงยามราตรีและร้านอาหารตั้งอยู่มากมาย เป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำท่วม คุณภาพน้ำและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง (urban heat island) (ดูบทที่ 2) น้ำที่ไหลนองจากบริเวณนี้ (runoff) จะไหลลงสู่รางระบายน้ำแบบเปิดทางด้านเหนือของสวนเบญจกิติ พื้นที่นี้จะเป็นพื้นที่สาธิตกระบวนการจัดการน้ำท่วมแบบบูรณาการ (IUFM) อย่างเต็มรูปแบบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าสวนสาธารณะและพื้นที่เมืองโดยรอบข้างสามารถทำงานร่วมกันอย่างไรเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด



ภาพที่ 5: ซอยดาวบอย – แหล่งบันเทิงยามราตรีที่โด่งดังบนถนนสุขุมวิท (บนซ้าย), สีแยกโกศก (ล่างซ้าย), พื้นที่กรณีศึกษาแสดงระดับความสูงและทิศทางการไหลของน้ำ (ขวา)

ที่มา: คณะทำงาน/Wikimedia commons

1.4 การเชื่อมโยงพื้นที่สีเขียวเพื่อเพิ่มมูลค่า - สวนลุมพินีและสะพานเขียว

สวนสาธารณะอีกแห่งหนึ่งซึ่งตั้งอยู่ใกล้กันและเป็นที่รู้จักกันดีคือสวนลุมพินี เขตปทุมวัน มีพื้นที่รวม 57.6 เฮกตาร์ สวนลุมพินีเป็นพื้นที่สีเขียวกลางเมืองขนาดใหญ่ที่สุดและมีผู้คนแวะเวียนมาใช้บริการมากที่สุดแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร โดยมีทางคนเดินและทางจักรยานลอยฟ้า (สะพานเขียว) ระยะทาง 1,300 ม. เชื่อมสวนทั้งสองเส้นทางนี้สร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 แต่มีการใช้งานน้อยกว่าที่ควรและตกอยู่ในสภาพทรุดโทรม พื้นผิวทางมีสภาพชำรุด เหล็กรั้วและราวสแตนเลสชำรุดเสียหาย เช่นเดียวกับไฟส่องสว่าง ขณะนี้กำลังมีแผนงานปรับปรุงภูมิทัศน์สะพานเขียวด้วยงบประมาณราว 1,244,000 ดอลลาร์สหรัฐ โดยมีศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (UddC) เป็นผู้ออกแบบและกรุงเทพมหานครเป็นผู้ดำเนินการปรับปรุงสะพานเขียวเป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่ใหญ่กว่า นั่นคือโครงการ "ซูเปอร์คอนเนคเตอร์ 3

มิติ " (3 Dimensional Superconnector) ซึ่งจะเชื่อมสวนสาธารณะขนาดใหญ่ใจกลางเมืองทั้งสองแห่งเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โครงการริเริ่มดังกล่าวจะช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในการเดินทาง ทำหน้าที่เส้นทางเชื่อมต่อของสัตว์และพืช และเพิ่มความปลอดภัยให้สถานที่ซึ่งเคยเป็นจุดเปลี่ยวและมีสภาพเสื่อมโทรม



ภาพที่ 6: ภาพมุมมองทางอากาศของสวนลุมพินีและสวนเบญจกิติโดยมีสะพานเขียวเชื่อม
ที่มา: ศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง (UddC)

2. การประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วม

ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร อยู่ที่ 1651 มม. ต่อปี ฝนส่วนใหญ่ตกในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาจำนวนวันฝนตกโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 90 วันเป็น 110 วันและอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.6 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน⁵ รายงานขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจหรือ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) ระบุว่าภายใน ปี ค.ศ. 2070 กรุงเทพมหานครจะเป็นหนึ่งใน 10 เมืองที่มีความเสี่ยงจากภัยพิบัติน้ำท่วมมากที่สุดในโลก โดยประชากร 5 ล้านคนจากทั้งหมด 10 ล้านคนที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครจะได้รับผลกระทบ⁶

ถนนสุขุมวิทมีความสูงระดับใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง จึงมีความเปราะบางเป็นพิเศษต่อการเกิดน้ำท่วมเนื่องจากแม่น้ำเจ้าพระยาเอ่อล้นตลิ่งและน้ำท่วมชายฝั่ง นอกจากนี้ ระบบการระบายน้ำในเมืองยังมีศักยภาพไม่เพียงพอและขาดพื้นที่รับน้ำ ในขณะที่เมืองขยายตัวอย่างรวดเร็ว นับแต่ช่วงต้นทศวรรษ 1990 กรุงเทพมหานครยังขาดพื้นที่สีเขียวที่ให้น้ำซึมผ่านลงดิน ยิ่งทำให้สถานการณ์น้ำท่วมรุนแรงขึ้น การทรุดตัวของแผ่นดินเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลมากเกินไปก็เป็นปัญหาท้าทายอีกประการหนึ่ง ในบางพื้นที่แผ่นดินทรุดตัวมากถึง 15 ซม. กรุงเทพมหานคร กำหนดพื้นที่บริหารจัดการและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมโดยใช้ “ระบบพื้นที่ปิดล้อมย่อย” (polders) เป็นแนวทางเพื่อป้องกันน้ำที่ไหลบ่ามาจากพื้นที่ต้นน้ำขณะที่น้ำทะเลหนุนสูง และช่วยระบายน้ำออกจากพื้นที่เวลาระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาเอ่อล้นตลิ่ง

การศึกษาผลกระทบของการเกิดน้ำท่วมบนถนนสุขุมวิทเมื่อปีพ.ศ. 2561 ของ Delft IHE พบว่า น้ำท่วมสร้างความเสียหายเป็นวงกว้าง ผลกระทบที่เห็นชัดที่สุดคือผลกระทบต่อผู้ขับขีรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ผู้ตอบแบบสอบถามในการศึกษาค้างนี้ 82% รายงานว่าการจราจรหยุดชะงักเนื่องจากน้ำท่วม⁷ และ “ส่งผลกระทบเป็นทอดๆ” กล่าวคือการจราจรหยุดชะงักทำให้เสียเวลาทำงานหรือประกอบธุรกิจ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้

⁵ Majidi, A. N., Vojinovic, Z., Alves, A., Weesakul, S., Sanchez, A., Boogaard, F., & Kluck, J. (2019). Planning nature-based solutions for urban flood reduction and thermal comfort enhancement. *Sustainability*, 11(22), 6361 (p3).

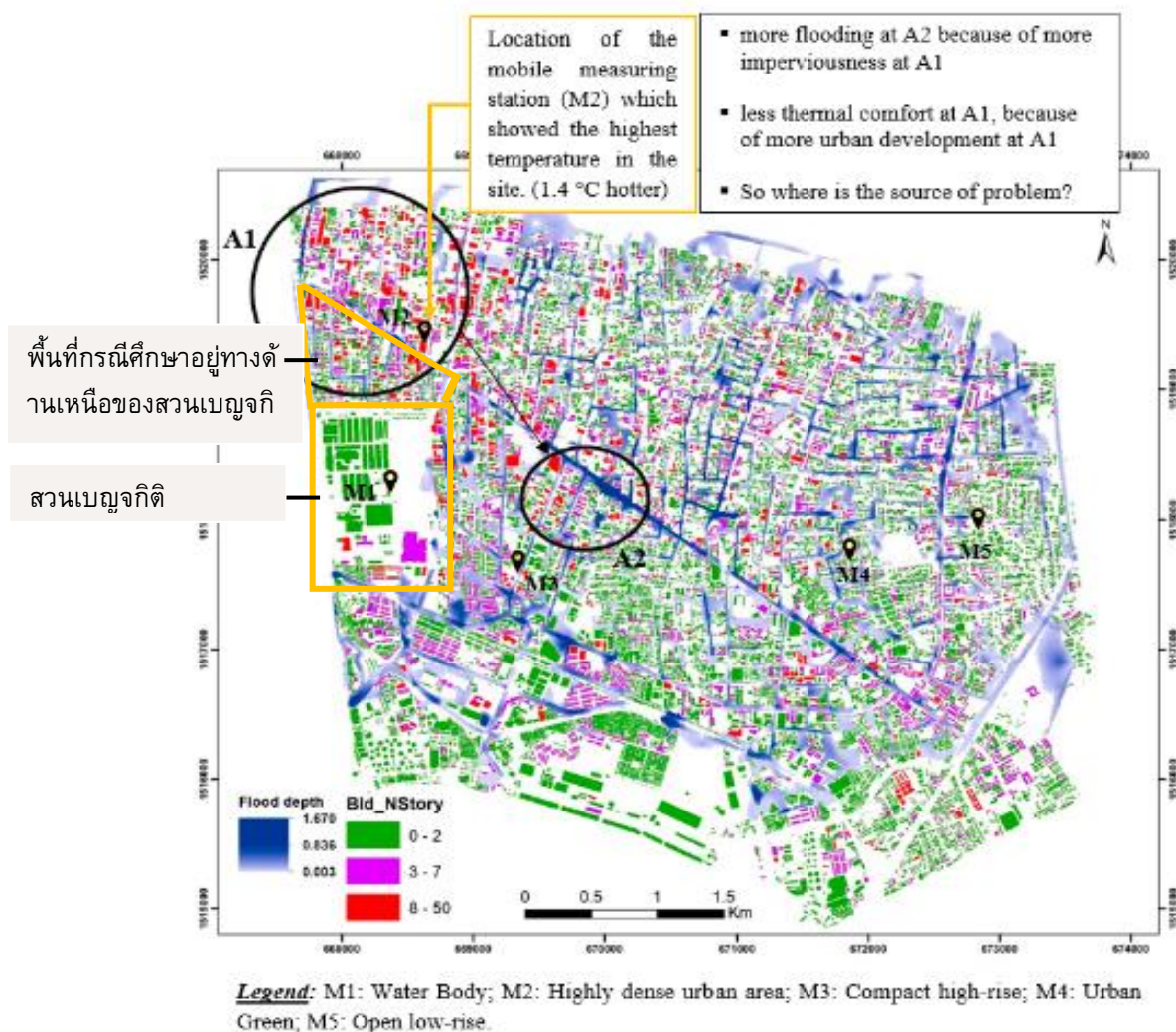
⁶ Nicholls, R.J., Hanson, S., Herweijer, C., Patmore, N., Hallegatte, S., Corfee-Morlot, J., Chateau, J. and Muir-Wood, R., 2008. Ranking port cities with high exposure and vulnerability to climate extremes: exposure estimates.

⁷ Hilly, G., Vojinovic, Z., Weesakul, S., Sanchez, A., Hoang, D. N., Djordjevic, S., ... & Evans, B. (2018). Methodological Framework for Analysing Cascading Effects from Flood Events: The Case of Sukhumvit Area, Bangkok, Thailand. *Water*, 10(1), 81.

การศึกษายังพบผลกระทบที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการเกิดน้ำท่วม นั่นคือน้ำฝน (stormwater) ไหลเข้าไปปนเปื้อนระบบน้ำประปา ทำให้เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล (E. coli) และเชื้อโรคอื่นๆ ที่ น้ำ ใ น ปี น พ ำ ห ะ
อันอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน

การศึกษาอีกครั้งหนึ่งของ Delft IHE ในปีพ.ศ. 2561 วิเคราะห์การใช้มาตรการ NbS เพื่อแก้ไขปัญหา น้ำท่วมในเขตเมืองและสร้างสภาวะน่าสบาย (thermal comfort) ในพื้นที่สุขุมวิท แผนที่ (ภาพที่ 7) แสดงข้อมูลภัยพิบัติ น้ำท่วมและข้อมูลความสูงของอาคาร การศึกษาพบว่าภัยจากความร้อน (heat stress)

มี แ น ว โ น้ ม ที่ จ ะ เ กิ ด ขี น ใน พื้ น ที่ A1 ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำที่มีความหนาแน่นเนื่องจากมีอาคารคอนกรีตสูงมากกว่า ในขณะที่พื้นที่ A2 ซึ่งเป็นพื้นที่ต่ำกว่ามีความรุนแรงของน้ำท่วมมากกว่า เนื่องจากน้ำบนพื้นผิวที่ซึมลงดินไม่ได้จาก A1 จะไหลลงมาถึง A2 การศึกษายังพบว่าอุณหภูมิของสวนสาธารณะในเมืองอาจต่ำกว่าพื้นที่โดยรอบถึง 1.4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 7: แผนที่น้ำท่วมย่านสุขุมวิท (รอบอุบัติซ้ำทุก 20 ปี) และความสูงของอาคาร

ที่มา: Majidi, A. N., Vojinovic, Z., Alves, A., Weesakul, S., Sanchez, A., Boogaard, F., & Kluck, J. (2019). Planning nature-based solutions for urban flood reduction and thermal comfort enhancement. *Sustainability*, 11(22), 6361 (หน้า 9).

การศึกษาของ Delft IHE วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) 4 รูปแบบสำหรับย่านสุขุมวิท ได้แก่ หลังคาสีเขียว (green roofs) พื้นน้ำซึมผ่านได้ (pervious pavements) ระบบกักน้ำชีวภาพที่มีไม้พุ่ม (สูง 1.2 ม.) (Bioretention with shrubs) และสวนรับน้ำฝน (ต้นไม้สูง 6 ม.) (raingardens)

การศึกษารูปว่าหลังคาสีเขียวเป็นแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับพื้นที่กรณีศึกษา สามารถลดปริมาณน้ำท่า (runoff) ได้ถึง 39% และลดการไหลบ่า (peak discharges) ได้ 40% สำหรับเหตุการณ์ฝนตกหนักที่อุบัติซ้ำเฉลี่ยทุก 2 ปี (2-year ARI) หลังคาสีเขียวมีความน่าสนใจเป็นพิเศษเนื่องจากมีพื้นที่เหมาะสมขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับมาตรการอื่นๆ กล่าวคือ มีพื้นที่ประมาณ 27% ของพื้นที่ทั้งหมดที่มีความเหมาะสมสำหรับทำหลังคาสีเขียว

การศึกษายังพบว่าสวนรับน้ำฝน (raingardens) บรรเทาความร้อนในเมืองได้ดีที่สุด แต่จะได้ผลเฉพาะในบริเวณที่อาคารไม่สูงเพราะต้นไม้จะช่วยบังแดดบนถนนและทางเท้า อย่างไรก็ตาม บริเวณอาคารคอนกรีตสูงหนาแน่นนั้นเงาอาคารคอนกรีตจะช่วยบังแดดอยู่แล้ว ต้นไม้จึงไม่ทำให้ อุณหภูมิ ลดลง อีก อย่างไรก็ตาม ตอนกลางคืนซึ่งเป็นเวลาที่ปรากฏการณ์เกาะความร้อนแรงที่สุด สวนรับน้ำฝนจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถบรรเทาความร้อนสะสมจากอาคารคอนกรีตสูงที่ระบายออกมาหลังถูกแดดส่องในช่วงกลางวัน สวนรับน้ำฝนยังมีส่วนช่วยบรรเทาภัยพิบัติน้ำท่วมเนื่องจากน้ำซึมลงดินได้ดีขึ้น การศึกษานี้สรุปว่าควรใช้สวนรับน้ำฝนร่วมกับหลังคาสีเขียว เพื่อรับมือปัญหาทั้งสองด้านของย่านสุขุมวิท

3. การระบุแนวทางการบริหารจัดการน้ำท่วมที่เหมาะสมกับบริบท

แนวทางแบบบูรณาการ

กรณีศึกษาที่ใช้โครงการสวนป่าเบญจกิติ ระยะที่ 2-3 ซึ่งกรมธนารักษ์ดำเนินการร่วมกับกองทัพบกและโครงการปรับปรุงสะพานเขียวของกรุงเทพมหานครร่วมกับศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง (UddC) เป็น “กรณีฐาน” (baseline) ในการวิเคราะห์โครงการทั้งสองมีการออกแบบเชิงนิเวศวิทยาอย่างมีวิสัยทัศน์และเป็นต้นแบบที่จะนำไปขยายสู่พื้นที่อื่นๆทั่วประเทศ อย่างไรก็ตาม แม้สวนจะให้ประโยชน์อย่างมากในแง่ของการพักผ่อนหย่อนใจ ความสวยงาม และ การบรรเทา น้ำท่วม แต่อาจยังมีศักยภาพไม่เพียงพอที่จะรับมือเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมรุนแรง

กรณีศึกษาจึงเสนอโครงการริเริ่มเพิ่มเติมทั้งโครงการขนาดเล็กและใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของชุดปฏิบัติการเพื่อให้การใช้สอยแบบหลากหลายได้ประโยชน์สูงสุดและเพิ่มระดับการป้องกันน้ำท่วม ทั้งยังจะให้ข้อมูลหลักฐานทางเศรษฐศาสตร์เพื่อสนับสนุนการขยายโครงการแบบนี้ต่อไป แนวทางที่เสนอไม่ได้เน้นที่สวนเบญจกิติอย่างเดียวเท่านั้น หากยังต้องการต่อยอดผลการศึกษาของ Delft IHE ด้วยการเสนอแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) ในระดับ “ย่าน” และขนาดย่อมในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในบริเวณนั้น นอกจากนี้ เพื่อส่งเสริมการดำเนินการเป็นโครงการย่อยระดับ “ย่าน” จึงเสนอให้เชื่อมทางเดินและทางจักรยานในโครงการสะพานเขียวเข้ากับพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติเป็นส่วนหนึ่งของการสร้าง “สามเหลี่ยมสีเขียว” (Green Triangle) เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทางและเพิ่มการใช้งานแบบอเนกประสงค์

1. การออกแบบสวนเบญจกิติเพื่อประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลาย
การออกแบบนี้ประกอบด้วยการปรับปรุงรางระบายน้ำแบบเปิดทางด้านเหนือของสวน (คลองไผ่สิงห์โต) การจัดทำสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบบนผิวน้ำ (subsurface flow wetland)

เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในคลองไฟสิงห์โตและดักน้ำเสียที่ถูกระบายโดยตรงจากพื้นที่ด้านเหนือ ข อ ง ส ว น การปรับปรุงทะเลสาบเพื่อเพิ่มความจุในการกักหรือหน่วงน้ำและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม โดยมีการออกแบบบริเวณริมทะเลสาบเป็นทางลาดชันบันไดและปลูกพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุ่มน้ำ สามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดี และการจัดทำระบบเก็บกักน้ำฝน (stormwater harvesting) เพื่อหมุนเวียนมาใช้ภายในสวน เช่น รดน้ำต้นไม้และเป็นน้ำอุปโภคภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้

2. การบูรณาการแนวทางธรรมชาติขนาดย่อมและระดับย่านในพื้นที่สุขุมวิททางด้านเหนือของสวนเบญจกิติ จะใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) หลายวิธีประกอบกันเป็นเครือข่ายมาตรการ เช่น หลังคาสีเขียว (green roofs) หลุมปลูกต้นไม้ริมทาง (tree pits) ร่องน้ำปลูกพืช (swales) และกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (stormwater planter boxes) โดยอาศัยความร่วมมือจากภาคเอกชนและชุมชนในพื้นที่เพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก ลดปริมาณน้ำในระบบระบายน้ำทั้งหมดที่ปล่อยลงสู่คลองไฟสิงห์โต ทำให้อากาศเย็นสบาย (thermal comfort) และปรับปรุงสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้อยู่อาศัยและนักท่องเที่ยว

3. “ ส อ ม เ ห ลี ย ม สี เ ขี ย ว ” เชื่อมพื้นที่สีเขียวด้านเหนือของสวนเบญจกิติเข้ากับสวนเบญจกิติและสวนลุมพินีทางทิศตะวันตกเพื่อสร้างพื้นที่ใจกลางเมืองย่านสุขุมวิทที่ร่มรื่น น่าเดิน และมีความสมบูรณ์ทางนิเวศวิทยา ผู้อยู่อาศัยและนักท่องเที่ยวสามารถสำรวจเส้นทางเดินโดยอาศัยเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) บนแพลตฟอร์ม "Cool Lines"



ภาพที่ 8: ภาพรวมแนวทางแบบผสมผสานตามลำดับชั้น

ที่มา: คณะทำงาน

ประโยชน์ของแนวทางแบบผสมผสาน

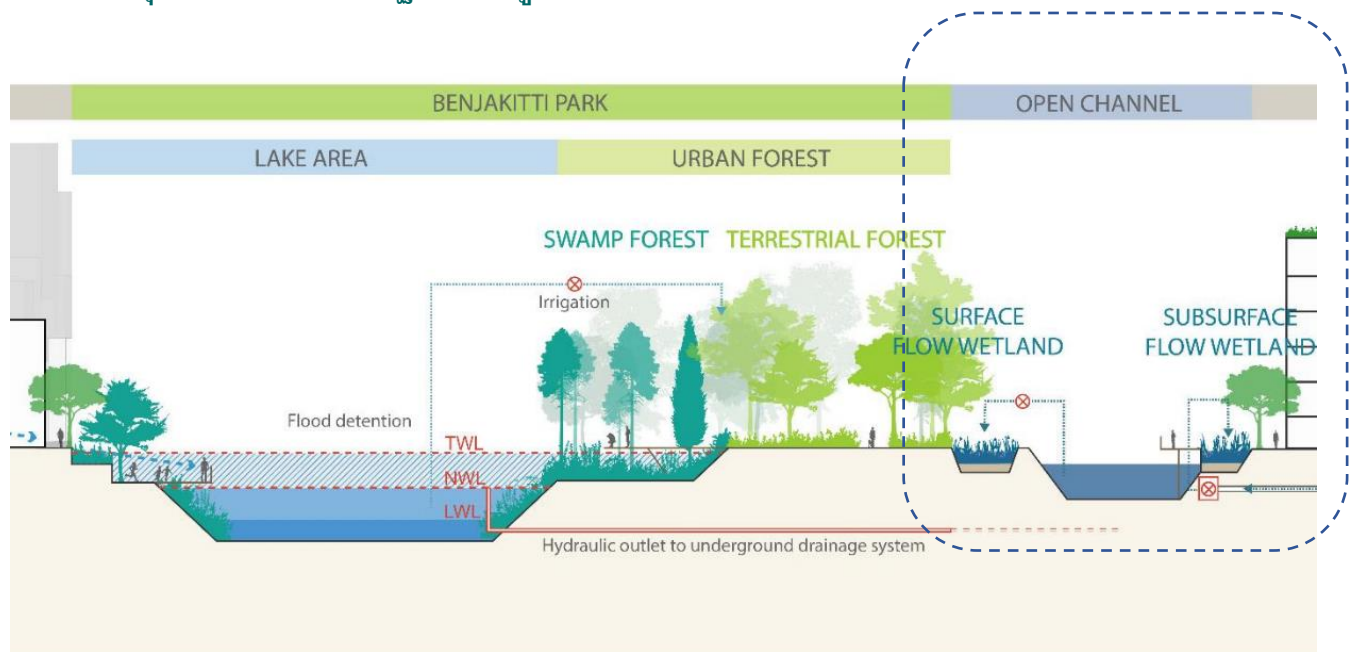
แนวทางผสมผสานที่เสนอยังมีประโยชน์ต่อพื้นที่การศึกษาทั้งหมดในด้านต่างๆ ดังนี้:

- บรรเทาน้ำท่วม
- ปรับปรุงคุณภาพน้ำ
- สร้างสภาวะน่าสบาย (thermal comfort)
- ทำให้สุขภาพดีขึ้น
- มีสิ่งอำนวยความสะดวก ตลอดจนโอกาสทำกิจกรรมนันทนาการและพักผ่อนหย่อนใจ
- มีความปลอดภัยมากขึ้น
- ลดต้นทุนการดูแลรักษาสวน
- ส่งเสริมการท่องเที่ยวและเพิ่มการใช้จ่ายในชุมชน
- คุณภาพระบบนิเวศในเมืองดีขึ้น

ส่วนต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายรายละเอียดของทั้งสามองค์ประกอบของแนวทางแบบบูรณาการ

3.1 การออกแบบประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลายของสวนเบญจกิติ

3.1.1 สวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบที่อยู่บนพื้นดินและแบบบนผิวน้ำในคลองใต้สิงห์โต



ภาพที่ 9: สวนชุ่มน้ำแบบที่อยู่บนพื้นดินและแบบบนผิวน้ำในคลองใต้สิงห์โต

ที่มา: คณะทำงาน



ภาพที่ 10: พื้นที่การศึกษาและทำเลที่ตั้งและภาพคลองไผ่สิงห์โต

ที่มา: คณะทำงาน, การสำรวจพื้นที่เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563

ทางทิศเหนือติดกับสวนเบญจกิติมีรางระบายน้ำแบบเปิด (คลองไผ่สิงห์โต) ซึ่งไหลจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกและรับน้ำจากระบบระบายน้ำทิ้งรวมของพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ ข้างคลองไผ่สิงห์โตมีทางเดินติดราวเหล็กซึ่งเป็นเป้าหมายของงานปรับปรุงและฟื้นฟูเส้นทางแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานที่เสนอคือสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบบนผิวน้ำ (sub-surface flow wetland) ซึ่งจะติดตั้งทางด้านเหนือของคลองไผ่สิงห์โต ทำหน้าที่ดักสิ่งปฏิกูลและบำบัดน้ำทิ้ง (runoff) จากพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกติก่อนน้ำจะไปถึงสวนทางด้านใต้ของคลองไผ่สิงห์โตจะติดตั้งสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบที่อยู่บนผิวดิน (surface flow wetland) เพื่อช่วยหมุนเวียนเพิ่มออกซิเจนในน้ำก่อนนำไปบำบัดต่อไป การใช้สวนชุ่มน้ำสองระบบผสมกันจะช่วยปรับปรุงสภาพแวดล้อมในคลองไผ่สิงห์โตและปรับปรุงคุณภาพน้ำที่จะไหลเข้าสู่ทะเลสาบด้วย

ระบบสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบบนผิวน้ำมักประกอบด้วยแอ่งหรือบ่อที่ขุดให้มีความลึกประมาณ 0.6~1.0 เมตร ปลูกด้วยกรวดและพืชน้ำชนิดพืชใต้อาบน้ำ (emergent aquatic plants) น้ำเสียจะผ่านเข้ามาทาง interception pump sumps (ดังที่แสดงในภาพที่ 11)

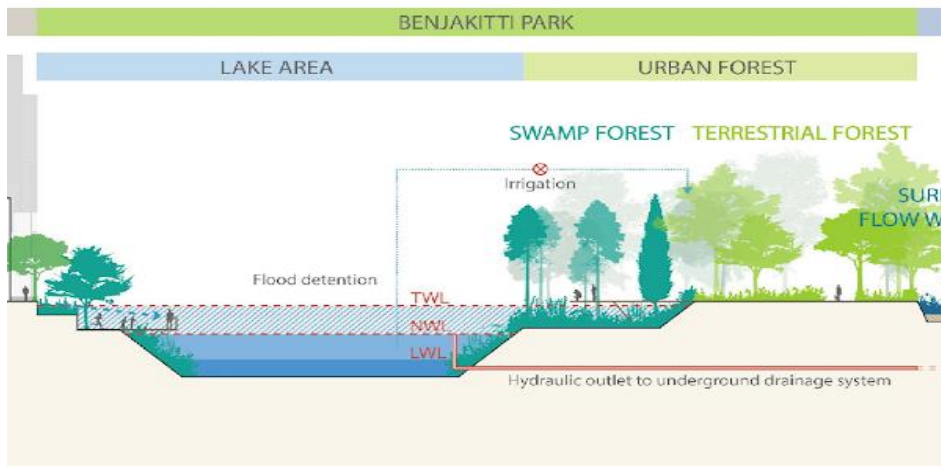
ซึ่งติดตั้งไว้ที่ปากท่อระบายน้ำที่มาจากเมืองก่อนจะไหลไปตามแนวราบผ่านการบำบัดด้วยจุลินทรีย์ที่เติบโตบริเวณระบบรากพืชซึ่งจะย่อยสลายสิ่งปนเปื้อนก่อนปล่อยน้ำสะอาดออกไปอีกฝั่งหนึ่ง ระดับน้ำที่ไหลผ่านระบบจะถูกควบคุมให้อยู่ต่ำกว่าผิวกรวดเพื่อลดความเสี่ยงเรื่องกลิ่นหรือเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงพาหะนำโรค⁸ ส่วนสวนชุ่มน้ำแบบที่อยู่บนพื้นดินทางด้านใต้ของคลองไฟสิงห์โตจะทำหน้าที่ระบบหมุนเวียนเติมออกซิเจนในคลองอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะมีการบูรณาการสวนชุ่มน้ำและคลองไฟสิงห์โตเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบพื้นที่สวนเบญจกิติโดยรวม มีการปลูกไม้ชายน้ำชนิดต่างๆ และซ่อมแซมทางเดินที่สร้างล้อมบึงประดิษฐ์เพื่อเปิดพื้นที่ริมน้ำให้เข้าถึงได้ง่ายและเพิ่มความสวยงามเหมาะแก่การเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจที่จะมีผู้ใช้ประโยชน์มากขึ้นและสร้างโอกาสสำหรับกิจกรรมเชิงพาณิชย์ตลอดเส้นทางเลียบคลอง เช่น ร้านกาแฟเล็กๆ ที่มีจุดชมวิว



ภาพที่ 11: การออกแบบระบบสวนชุ่มน้ำแบบบนผิวน้ำ (ซ้าย) และตัวอย่างจากเขตชุมชน ชัยภูมิ (ขวา)
ที่มา: คณะทำงาน (ซ้าย), Sasaki (ขวา)

3.1.2. การปรับปรุงพื้นที่รอบทะเลสาบเพื่อเพิ่มความจุในการกักน้ำท่วมและปลูกป่าโกงกาง

⁸ Reed, S. C., & Brown, D. (1995). Subsurface flow wetlands—a performance evaluation. *Water environment research*, 67(2), 244-248.



ภาพที่ 12: เส้นแสดงระดับน้ำสูงสุด ระดับปกติ และระดับต่ำของทะเลสาบ

ที่มา: คณะทำงาน

การออกแบบพื้นที่ริมน้ำรอบทะเลสาบเป็นทางลาดชันบันไดและปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ชุ่มน้ำที่สามารถทนน้ำท่วมขังได้ดี จะทำให้พื้นที่บริเวณนี้ทำหน้าที่เป็นอ่างกักเก็บน้ำขนาดใหญ่สามารถรับน้ำจากพื้นที่ด้านใต้ที่ไหลเข้าสู่สวนเบญจกิติผ่านระบบผันน้ำตามธรรมชาติหรือใช้เครื่องสูบล (active/passive diversion)

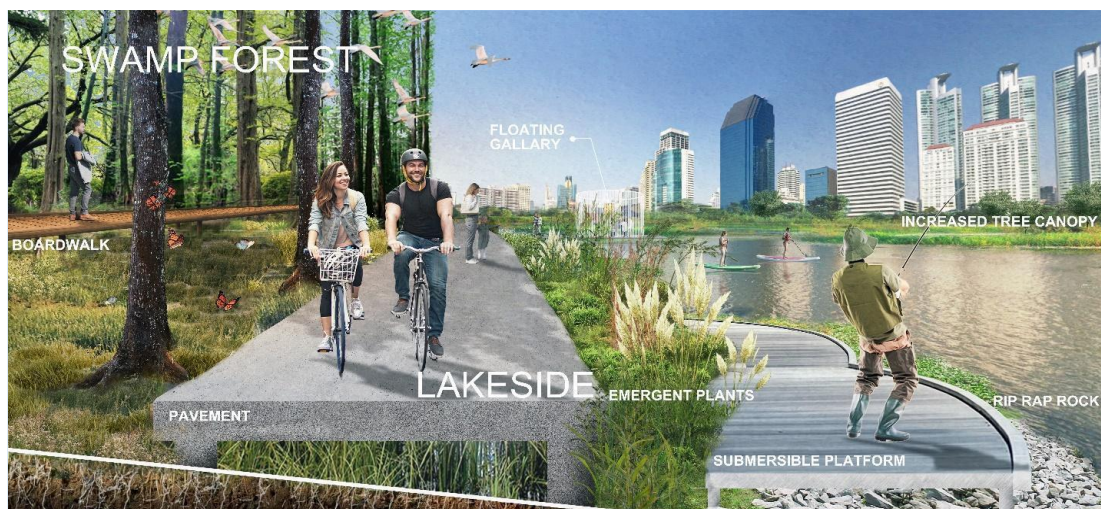
มาตรการนี้จะเพิ่มขีดความสามารถของสวนเบญจกิติในการดูดซับและกักเก็บน้ำได้มากขึ้น ปริมาตรความจุที่อยู่ระหว่างเส้นระดับน้ำปกติกับเส้นระดับน้ำสูงสุดดังที่เห็นในภาพตัดขวาง (ภาพที่ 12) คือปริมาณน้ำที่สามารถชะลอเอาไว้ชั่วคราวก่อนระบายออกไปทางด้านเหนือของสวน วิธีนี้อาศัยการสร้างกลไกเปิดปิดน้ำแบบไฮดรอลิก (hydraulic outlet) ที่เชื่อมกับระบบท่อระบายน้ำใต้ดิน เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำจากทะเลสาบไปยังปลายน้ำ เพื่อควบคุมการเกิดน้ำท่วม การออกแบบนี้ช่วยให้มีพื้นที่รับน้ำกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งจะช่วยบรรเทาปัญหา น้ำท่วมรุนแรงในพื้นที่ปลายน้ำได้มาก ในช่วงเวลาที่น้ำอยู่ในระดับปกติเราสามารถใช้เวลาที่ริมน้ำเพื่อประโยชน์ด้านการพักผ่อนหย่อนใจได้ การออกแบบอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้สาริตแนวคิดนี้ให้เห็นเป็นประจักษ์แล้ว ในช่วงที่เกิดน้ำท่วมรุนแรงทะเลสาบจะช่วยกักเก็บน้ำไว้ภายในอุทยานโดยจะขยายขนาดความจุน้ำเป็นสองเท่าโดยน้ำจะเอ่อท่วมและไหลไปยังพื้นที่สนามหญ้าที่มีระดับต่ำ ทำให้สนามหญ้ากลายเป็นพื้นที่รับน้ำ

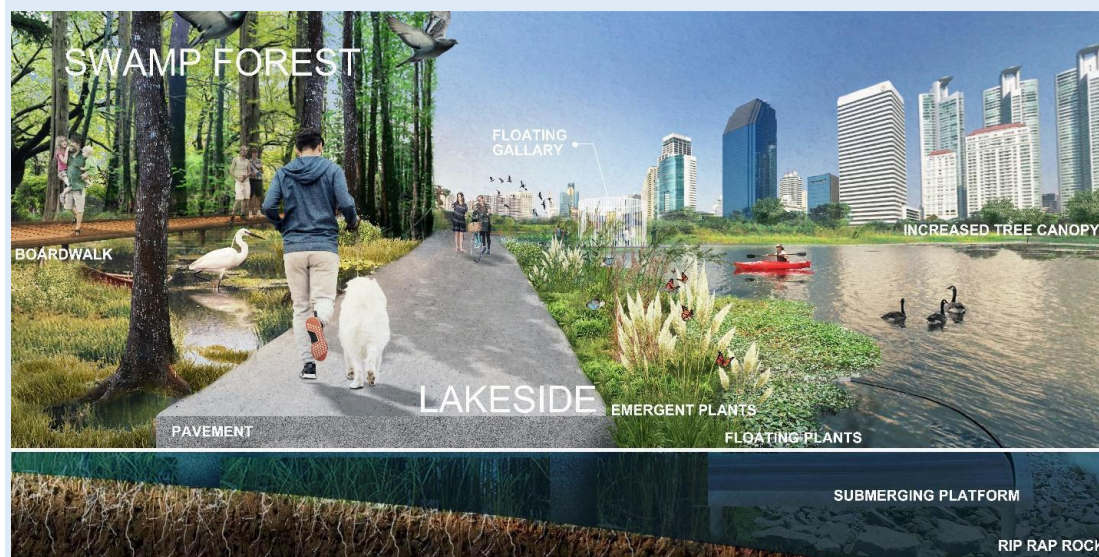
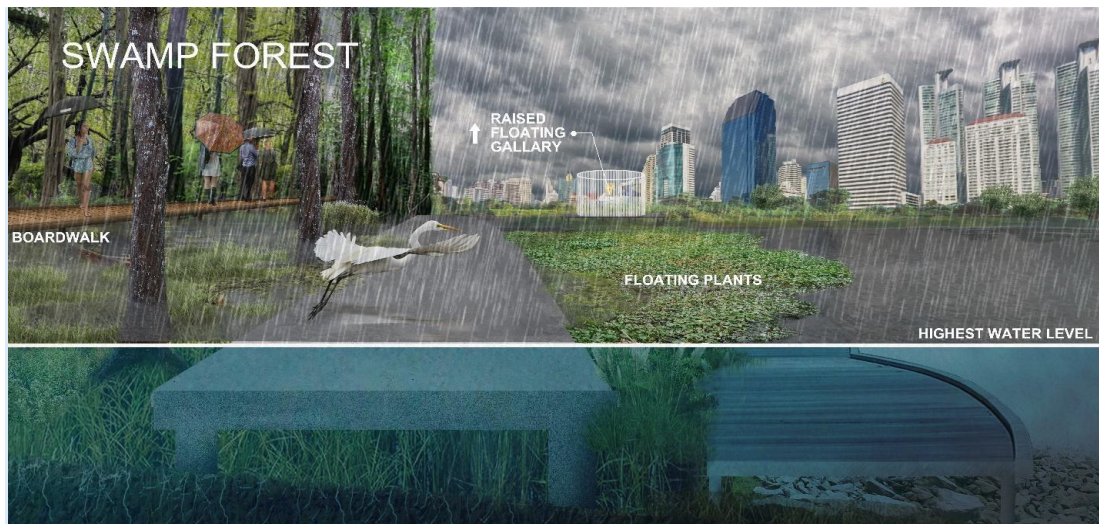
กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนที่ลุ่มปากแม่น้ำเจ้าพระยา การปลูกต้นไม้และพืชพรรณที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณรอบทะเลสาบจะช่วยฟื้นฟูสภาพนิเวศตามธรรมชาติดั้งเดิมของกรุงเทพมหานคร ป่าโกงกางจะมีประโยชน์ใช้งานหลายด้าน ทั้งช่วยในการกักเก็บน้ำ ปรับปรุงคุณภาพน้ำในทะเลสาบผ่านระบบรากของพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำหรือพืชชายน้ำที่ปลูกไว้ สร้างพื้นที่ทางนิเวศวิทยาที่สมบูรณ์เหมาะแก่การเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์สายพันธุ์ต่างๆ ตลอดจนให้ร่มเงาในช่วงฤดูร้อน ป่าชุ่มน้ำจะค่อยๆ รวมตัวกับป่าบกกลายเป็นป่าใหญ่ผืนเดียวกันของสวนป่าเบญจกิติ

โดยควรปลูกพืชพันธุ์อย่างหลากหลาย และปลูกซ้อนเป็นชั้นไล่ตามระดับความสูง ทั้งไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน และไม้ใหญ่ ชั้นเรือนยอด ควรปลูกพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุ่มน้ำหลายๆ ชนิดเอาไว้ในพื้นที่ป่า เพื่อช่วยรักษาคุณภาพน้ำในทะเลสาบ เนื่องจากพืชน้ำเหล่านี้ช่วยหมุนเวียนเติมออกซิเจนในน้ำหลังเกิดพายุฝน การปลูกพืชน้ำยังช่วยลดเสี่ยงปัญหา เช่น การเกิดปรากฏการณ์สาหร่ายเซลล์เดียวแพร่กระจาย (algae bloom) ซึ่งไม่น่าดูและอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน

การออกแบบพื้นที่ที่สามารถออกแบบให้ลดความเสี่ยงด้านการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง ดังนี้

- พื้นที่ชุ่มน้ำ สามารถออกแบบให้มีระยะเวลาเก็บน้ำที่เหมาะสมและมีการหมุนเวียนของน้ำ เพื่อไม่ให้เน่าเหม็น
- ออกแบบพื้นที่ชุ่มน้ำให้สามารถดึงดูดและเป็นแหล่งอาศัยของพืชและสัตว์ที่ช่วยกำจัดยุง
- บำรุงรักษาพื้นที่ที่ได้รับการออกแบบไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะที่เหมาะสม สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ





ภาพที่ 13: ภาพจำลองการออกแบบการใช้งานที่หลากหลายตามระดับน้ำในทะเลสาบ

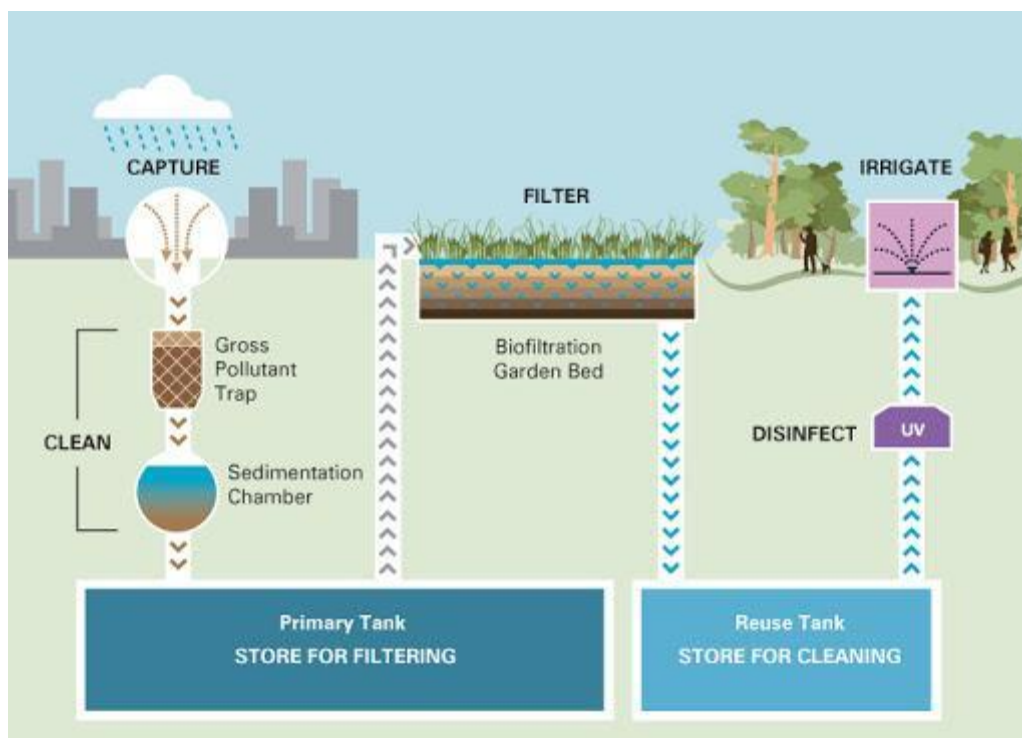
และการบูรณาการป่าโกงกางเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศในสวนเบญจกิติ

ที่มา: Tiange Wu, Water Sensitive Cities Australia

3.1.3 การเก็บกักน้ำฝนเพื่อหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Stormwater harvesting)

การแสดงให้เห็นว่าสวนเบญจกิติสามารถหมุนเวียนน้ำมาใช้ได้อย่างยั่งยืนภายในบริเวณสวนทั้งหมดเป็นเรื่องสำคัญ กล่าวคือสามารถนำน้ำฝนมาใช้รดน้ำต้นไม้แทนการใช้น้ำประปา วิธีนี้จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาสวนอย่างมาก นอกจากนี้ยังสามารถเก็บน้ำเอาไว้ในทะเลสาบได้จำนวนมาก โดยอาศัยปริมาณความจุที่อยู่ระหว่างเส้นระดับน้ำปกติกับเส้นระดับน้ำต่ำสุดของทะเลสาบในการกักเก็บน้ำฝน ก่อนที่จะปล่อยน้ำส่วนเกินออกสู่พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ การเก็บกักน้ำฝนเพื่อหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ใหม่ (stormwater harvesting)

อาศัยการกักน้ำฝนเอาไว้ก่อนไหลลงท่อระบายน้ำและนำมาบำบัดด้วยการกรองผ่านระบบชีวภาพ (biofiltration) ภาพที่ 14 ให้ภาพรวมของระบบการเก็บกักน้ำฝนเพื่อหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ใหม่

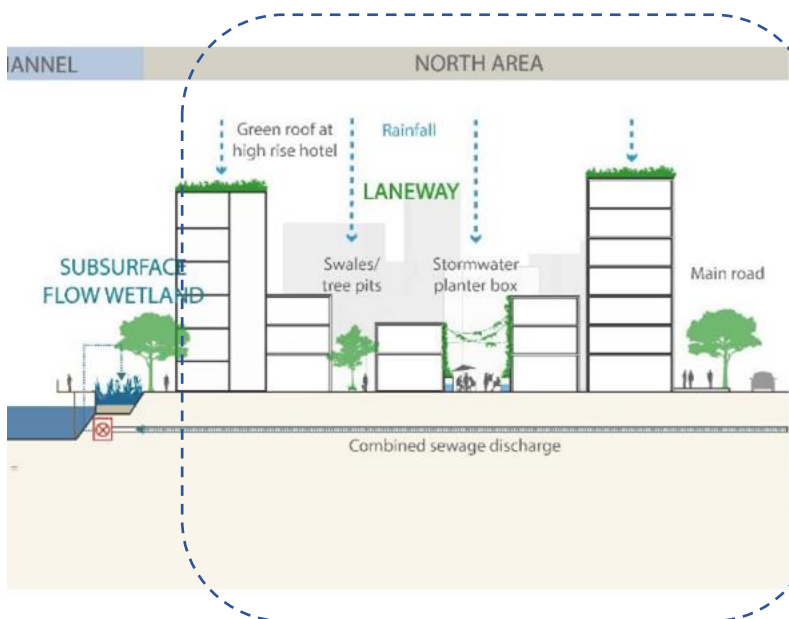


ภาพที่ 14: ระบบเก็บกักน้ำฝนเพื่อหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์

ที่มา: Melbourne Water

ในกรณีนี้จะนำน้ำฝนที่กักไว้ในทะเลสาปมาผ่านกระบวนการกรองเพื่อใช้รดน้ำต้นไม้ในสวนหรือใช้เป็นน้ำอุปโภค เช่น ใช้ชักโครก (toilet flushing) ภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้และศูนย์ประชุมที่มีแผนจะก่อสร้างในโครงการสวนป่าเบญจกิติ ระยะที่ 2 และ 3 สำหรับการนำน้ำจากทะเลสาปมาใช้จะดึงจากระดับต่างๆ ตั้งแต่ระดับบนสุดจนถึงระดับล่างแล้วแต่สถานการณ์ ซึ่งหมายความว่าต้องมีการออกแบบพื้นที่ริมน้ำรอบทะเลสาปให้มีทัศนียภาพที่แตกต่างกัน แต่ไม่ว่าปริมาณน้ำในทะเลสาปจะอยู่ระดับใด ทัศนียภาพริมน้ำรอบทะเลสาปก็ยังคงมีความสวยงามเสมอ จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบสภาพภูมิทัศน์เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ (ดูภาพที่ 13 สำหรับภาพจำลองแสดงการออกแบบดังกล่าว)

3.2 แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) สำหรับพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ: มาตรการขนาดเล็ก และมาตรการขนาดใหญ่



ภาพที่ 15: ภาพรวม NbS ในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ (ซ้าย) และแผนที่แสดงตำแหน่งที่มีศักยภาพในการดำเนินการ (ขวา)
ที่มา: คณะทำงาน

ส่วนที่สองของกลยุทธ์การบูรณาการแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำสำหรับพื้นที่สุขุมวิท เป็นการต่อยอดผลการศึกษาของ Delft IHE โดยเสนอแนะโครงการต่าง ๆ ตามแนวทางธรรมชาติ (NbS) ทั้งมาตรการขนาดใหญ่และขนาดย่อม เพื่อบรรเทาน้ำท่วม ลดปริมาณน้ำในระบระบายน้ำ ที่ และปรับปรุงสภาพแวดล้อมตลอดจนพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจสำหรับผู้อยู่อาศัยและนักท่องเที่ยว แนวทางธรรมชาติที่เสนอประกอบด้วยหลังคาสีเขียว (green roofs) หลุมปลูกต้นไม้ริมทาง (tree pits) ร่องน้ำปลูกพืช (swales) และกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (stormwater planter boxes) สำหรับกลยุทธ์ส่วนนี้ คณะทำงานพบว่ามีข้อขัดขวางประการในการดำเนินการเนื่องจากข้อบัญญัติหรือกฎระเบียบของกรุงเทพมหานคร เช่น ในปัจจุบันยังไม่อนุญาตให้ต่อท่อระบายน้ำของเอกชนเข้ากับระบบระบายน้ำส่วนกลาง เนื่องจากมีการคำนวณความสามารถของระบบการระบายน้ำไว้แล้ว แนวทางธรรมชาติที่เสนอจะช่วยปริมาณน้ำที่จะไหลลงระบบระบายน้ำส่วนกลาง

ซึ่งจะทำให้ขีดความสามารถโดยรวมของระบบดีขึ้น สามารถรองรับน้ำเสียจากชุมชนได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการแก้ไขกฎระเบียบเพื่อให้เอกชนสามารถเชื่อมต่อท่อระบายน้ำเข้ากับระบบส่วนกลางได้ การบำรุงรักษา ก็เป็นข้อพิจารณาที่สำคัญ อีกประการหนึ่ง โดยจำเป็นต้องมีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้ชัดเจน รวมทั้งจัดให้มีโครงการสาธิตและสนับสนุนการสร้างขีดความสามารถแก่หน่วยงานต่างๆ ของกรุงเทพมหานคร ภาคเอกชน และประชาชนผู้อยู่อาศัย

3.2.1 หลังคาสีเขียว (Green roofs)

หลังคาสีเขียวเป็นแนวทางธรรมชาติ (NbS) แบบแรก que การศึกษาของ Delft IHE เสนอไว้ เพื่อบรรเทา น้ำท่วม ใน เขต เมือง โดยมาตรการนี้จะช่วยลดปริมาณน้ำฝนด้วยการดูดซับและเก็บกักน้ำจากหลังคาซึ่งเป็นต้นทางของน้ำ หลังคาสีเขียวที่ออกแบบอย่างดีจะสามารถดูดซับและเก็บกักน้ำฝนส่วนใหญ่จากหลังคาได้ ช่วยลดปริมาณน้ำที่จะไหลลงสู่ระบบระบายน้ำ บรรเทา น้ำท่วม และลดปริมาณน้ำเอ่อท้นจากท่อระบายน้ำทั้ง ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างองค์ประกอบของหลังคาสีเขียว



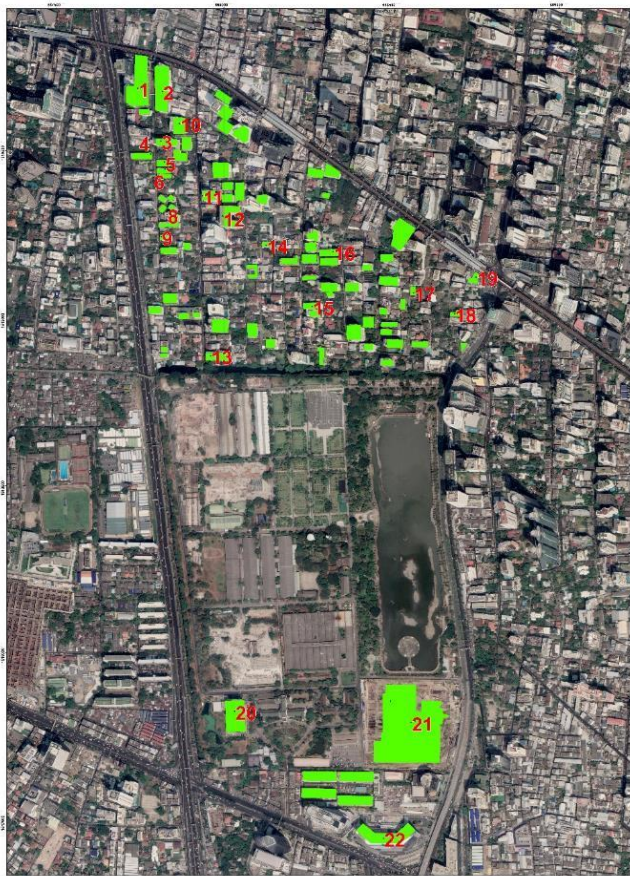
ภาพที่ 16: องค์ประกอบของหลังคาสีเขียว (ซ้าย) และบาร์บนชั้นดาดฟ้าของโรงแรมโนโวเทล กรุงเทพมหานคร (ขวา)

ที่มา: Le Trung, N., Khawaja, M., Beyranvand, E., Bucchi, D., Singh, A., & Alam, A. A. (2018). Approaching a nearly zero-energy building in integrated building design by using green roof and double skin façade as major energy saving strategies.

การออกแบบภูมิทัศน์หลังคาเขียวอาจมุ่งเป้าไปที่ดาดฟ้าของโรงแรมระดับหรูหราก็เป็นอาคารสูงก่อน ซึ่งจะเป็นจุดดึงดูดลูกค้าของ โรงแรมให้มาใช้บริการ อีกทางหนึ่งด้วย ทั้งยังสามารถออกแบบหลังคาเขียวให้กลมกลืนกับสิ่งอำนวยความสะดวกหรือมุมพักผ่อนภายในโรงแรม เช่น สระว่ายน้ำ และสกายบาร์ โดยใช้วิวชั้นบนสุดของอาคารให้เป็นประโยชน์

และสร้างทัศนียภาพสีเขียวที่สวยงามในย่านสุขุมวิท จากการสำรวจด้วยเครื่องมือสำรวจ Fulcrum และ การ วิ เ คราะห์ ข้อมูล ด้วย ระบบ GIS เพื่อประมาณการพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำหลังคาสีเขียวในพื้นที่กรณีศึกษา พบว่ามีอาคารสูงในพื้นที่ด้านเหนือและใต้ของสวนเบญจกิติที่มีศักยภาพจำนวน 91 อาคาร รวมเป็นพื้นที่ 14.2 เฮกเตอร์ (ภาพที่ 17) คณะทำงานศึกษาวิเคราะห์และปรับลดจำนวนอาคารที่มีศักยภาพลงเหลือ 22 อาคาร โดย 19 อาคารอยู่ในพื้นที่ด้านเหนือ และอีก 3 อาคารอยู่ในพื้นที่ด้านใต้ของสวนเบญจกิติ ทั้งนี้ เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับกรรมสิทธิ์ของอาคาร เอกชนเจ้าของอาคารบางรายยังไม่สนใจทำหลังคาสีเขียว ในการนี้กรุงเทพมหานครอาจออกมาตรการต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้เอกชนเข้าร่วมโครงการ เช่น มาตรการทางภาษี เงินช่วยเหลือแบบให้เปล่า มาตรการส่งเสริมการลงทุน และการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคในการก่อสร้างและการบำรุงรักษา เป็นต้น

POTENTIAL LOCATIONS FOR GREEN ROOFS



ID	Name	Address
1	Ploenchit Center	Duang Phithak Rd, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
2	JW Marriott Hotel Bangkok	4 Sukhumvit 2, Khwaeng Khlong Toei, Khet Khlong Toei, Krung Thep Maha Nakhon 10110, Thailand
3	Rajah Hotel	18 Soi Sukhumvit2 & Sukhumvit4 Sukhumvit Road Klongtoey Bangkok 10110, Thailand
4	Focus Ploenchit	Sukhumvit 2, Khwaeng Khlong Toei, Khet Khlong Toei, Krung Thep Maha Nakhon 10110, Thailand
5	Hotel Icon Bangkok	49 Sukhumvit Rd, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
6	Green Ville	51 Soi Pha Suk, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
7	SureStay Plus Hotel by Best Western Sukhumvit 2	89 Sukhumvit Soi 2 Sukhumvit road, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
8	65-65/1 Soi Pha Suk	65-65/1 Soi Pha Suk, Khet Khlong Toei, Krung Thep Maha Nakhon 10110, Thailand
9	iCheck Inn Residence Sukhumvit Soi 2	71 Sukhumvit Soi 2 Sukhumvit road, Klongtoey, Bangkok 10110, Thailand
10	Shama Sukhumvit Bangkok	39/1 Sukhumvit 2, Klongtoey, Watthana, Bangkok 10110, Thailand
11	S.M. Grande Residence	33 Sukhumvit 4 Alley, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
12	ibis Bangkok Sukhumvit 4	41 ถนนเทศบาล4 Klongtoey, Watthana, Bangkok 10110, Thailand
13	Nana Tai Mansion Apartments	225 Sukhumvit 4 Alley, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
14	129 Sukhumvit 4 Alley	129 Sukhumvit 4 Alley, Khwaeng Khlong Toei, Krung Thep Maha Nakhon 10110, Thailand
15	Citadines Sukhumvit 8 Bangkok	77/7 Sukhumvit 8, Sukhumvit Road, Klongtoey, Bangkok 10110, Thailand
16	Baan Siri Sukhumvit 10	16 Sukhumvit 10 Alley, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
17	MSI III GARDEN	49 1 ซอย สุขุมวิท12 Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
18	Red Planet Bangkok Asoke	7 Sukhumvit 14 Alley, Khlong Toei Nuea, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
19	Urban Retreat (Asoke Branch)	348 1 Sukhumvit Rd, Khlong Toei Nuea, Watthana, Bangkok 10110, Thailand
20	Benchakitti Park Hospital	Rama IV Rd, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
21	Queen Sirikit National Convention Centre	60 Ratchadaphisek Rd, Khlong Toei, Bangkok 10110, Thailand
22	Minor International PCL	88 The PARQ Building, Ratchadaphisek Rd, Khlong Toei, Bangkok, Thailand

ภาพที่ 17:

แผนที่แสดงตำแหน่งที่มีศักยภาพในการทำหลังคาสีเขียวในพื้นที่กรณีศึกษาที่ได้จากการสำรวจด้วยเครื่องมือ Fulcrum และระบบ GIS (ซ้าย) และรายชื่ออาคาร (ขวา)

ที่มา: คณะทำงาน

3.2.2 หลุมปลูกต้นไม้ริมทาง (Tree pits) และร่องน้ำปลูกพืช (Swales)

จากการศึกษาของ Delft IHE พบว่าสวนรับน้ำฝน (raingardens) หรือสวนที่มีต้นไม้สูงประมาณ 6 เมตร เป็นแนวทางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการปรับปรุงสภาพอากาศให้เย็นสบาย (thermal comfort) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเพิ่มเติมในการบรรเทาน้ำท่วมอีกด้วยเพราะช่วยให้น้ำซึมลงดินได้ดีขึ้นตามธรรมชาติ การศึกษาเสนอให้ใช้หลุมปลูกต้นไม้ริมทาง (tree pits) และร่องน้ำปลูกพืช (swales) เพื่อปรับปรุงภูมิทัศน์ริมถนนหรือทางเดินสาธารณะ โดยเสนอให้กรุงเทพมหานครทำหลุมปลูกต้นไม้ริมทางและร่องน้ำปลูกพืชตามถนนและพื้นที่สาธารณะ เพื่อรองรับน้ำฝนที่ไหลลงบนท้องถนน บรรเทาน้ำท่วมและทำให้อากาศเย็นสบายเนื่องจากร่มเงาของต้นไม้ช่วยบังแดด โดยอาศัยน้ำฝนรดน้ำต้นไม้เหล่านั้น



ภาพที่ 18: สถานที่ที่มีศักยภาพสำหรับทำร่องน้ำปลูกพืช (swales) ในพื้นที่การศึกษา
ที่มา: คณะทำงาน

3.2.3 กระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (Stormwater planter boxes)

แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงภูมิทัศน์ริมถนนหรือทางเดินคือการออกแบบและติดตั้งกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (stormwater planter boxes) กระถางต้นไม้จะรับน้ำฝนผ่านรางน้ำฝนที่ติดตั้งบนอาคารที่ไม่สูง โดยอาจออกแบบที่นั่งร่วมด้วยเพื่อเพิ่มประโยชน์ใช้สอยด้านการพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับการส่งเสริมให้เจ้าของอาคารติดตั้งกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝนอาจใช้มาตรการจูงใจและการสนับสนุน ในโครงการเช่นเดียวกับ การส่งเสริมการทำหลังคาสีเขียว รวมทั้งให้การสนับสนุนทางการเงินและความช่วยเหลือด้านเทคนิคการก่อสร้างและการบำรุงรักษา มาตรการนี้อาจเป็นที่สนใจของธุรกิจ เช่น ร้านกาแฟ เพราะอาจช่วยให้มีโต๊ะที่นั่งด้านนอกเพิ่มขึ้น อีกที่หนึ่งที่น่าจะดำเนินการคือบริเวณที่อยู่อาศัย หากหน่วยงานภาครัฐเข้าร่วมสาธิตมาตรการดังกล่าวตามอาคารสถานที่ราชการ (เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล) ก็จะช่วยกระตุ้นความสนใจของภาคเอกชนอีกทางหนึ่ง



ภาพที่ 19: ภาพจำลองกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (stormwater planter box)

ที่มา: CRCWSC

3.3

“สามเหลี่ยมสีเขียว”

เชื่อมพื้นที่สีเขียวด้านเหนือของสวนเบญจกิติเข้ากับสวนเบญจกิติและสวนลุมพินี



ภาพที่ 20: ภาพจำลองสะพานเขียว

ที่มา: UddC

องค์ประกอบที่สามของกรณีศึกษาเป็นการต่อยอดแผนงานปรับปรุงทางเดินจากสวนเบญจกิติไปสวนลุมพินี โดยเสนอโครงการสามเหลี่ยมสีเขียว (Green Triangle) เพื่อขยายเส้นทางเดินต่อไปยังพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ ขณะนี้สวนป่าเบญจกิติมีลานจอดรถขนาดใหญ่แต่แผนบูรณาการแนวทางธรรมชาติแบบผสมผสานต้องการสนับสนุนให้คนหันมาเดินและขี่จักรยานแทน ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถเดินถึงกันในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้โดยสะดวก ปัจจุบันผู้ใช้บริการสวนเบญจกิติอาจเป็นคนละกลุ่มกับผู้อยู่อาศัย นักท่องเที่ยว หรือคนที่ทำงานในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ การเชื่อมต่อพื้นที่ด้วยเส้นทางคนเดินและทางจักรยานที่ออกแบบสภาพนิเวศวิทยาอย่างสวยงาม จะก่อให้เกิดพื้นที่ที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและเชื่อมโยงชุมชนเข้าด้วยกัน เป็นที่ทราบกันดีว่าพื้นที่สีเขียวส่งผลดีต่อการสร้างความกลมเกลียวในสังคมหากเป็นพื้นที่เปิดที่ทุกคนเข้าถึงได้และไม่ใช่ของเอกชน ในกรณีศึกษาที่นครชิคาโกเมื่อปี ค.ศ. 2001 ได้ศึกษาผู้อยู่อาศัยในโครงการแฟลตการเคหะที่ใหญ่ที่สุดในโลกที่ชุมชน Chicago Robert Taylor Homes

และพบว่าจำนวนผู้อยู่อาศัยในละแวกบ้านที่มีต้นไม้และสนามหญ้าจะออกมาพบปะสังสรรค์กับเพื่อนบ้านมากกว่าและรู้สึกปลอดภัยกว่าผู้อยู่อาศัยในอาคารที่ไม่มีต้นไม้⁹ นอกจากนี้ ยังมีโครงการ High Line ในนครนิวยอร์ก ซึ่งเปิดอย่างเป็นทางการเมื่อปี ค.ศ. 2009 โครงการนี้พลิกโฉมทางรถไฟเก่าให้เป็นสวนสาธารณะและพื้นที่จัดกิจกรรมที่หลากหลาย เป็นที่ยกย่องกันทั่วไปว่ามีส่วนช่วยให้เกิดความสัมพันธ์ในชุมชนและลดอัตราการเกิดอาชญากรรมในท้องถิ่น¹⁰

⁹ Arup, Cities Alive: Rethinking green infrastructure. 2014, Arup: London, UK.

¹⁰ Arup, Cities Alive: Rethinking green infrastructure. 2014, Arup: London, UK.



ภาพที่ 21: โครงการ *High Line* ในนครนิวยอร์ก

ที่มา: Wikimedia commons

ที่กรุงเทพมหานครเองก็มีโครงการความคิดริเริ่มแบบเดียวกัน โครงการสวนลอยฟ้าเจ้าพระยา (Chao Phraya Sky Bridge) ซึ่งออกแบบโดยศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (UddC) บริษัท N7A และ บริษัท Landprocess เป็นการเปลี่ยนโฉมโครงสร้างส่วนหนึ่งของรางรถไฟที่ถูกทิ้งร้างให้กลายเป็นสวนสาธารณะบนสะพานที่เปิดให้คนเดินข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาได้ โครงการนี้ กรุงเทพมหานครเป็นผู้ว่าจ้างก่อสร้างโดยใช้งบประมาณ 3.9 ล้านดอลลาร์สหรัฐ สวนลอยฟ้ายังเชื่อมอุทยานพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวฝั่งพระนครเข้ากับสวนป่ากรุงเทพมหานครเฉลิมพระเกียรติฝั่งธนบุรีด้วย ผศ.ดร.นิรมล เสรีสกุล ผู้อำนวยการ UddC กล่าวว่าสวนลอยฟ้า “เชื่อมชุมชนเก่าแก่ในพื้นที่” และสร้างทางเลือกใหม่ในการสัญจรข้ามแม่น้ำ¹¹

¹¹ Bangkok Post. Sky park bridges old Chao Phraya communities. 2020. <https://www.chula.ac.th/en/clipping/31942/>



ภาพที่ 22: โครงการสวนลอยฟ้าเจ้าพระยา

ที่มา: UddC

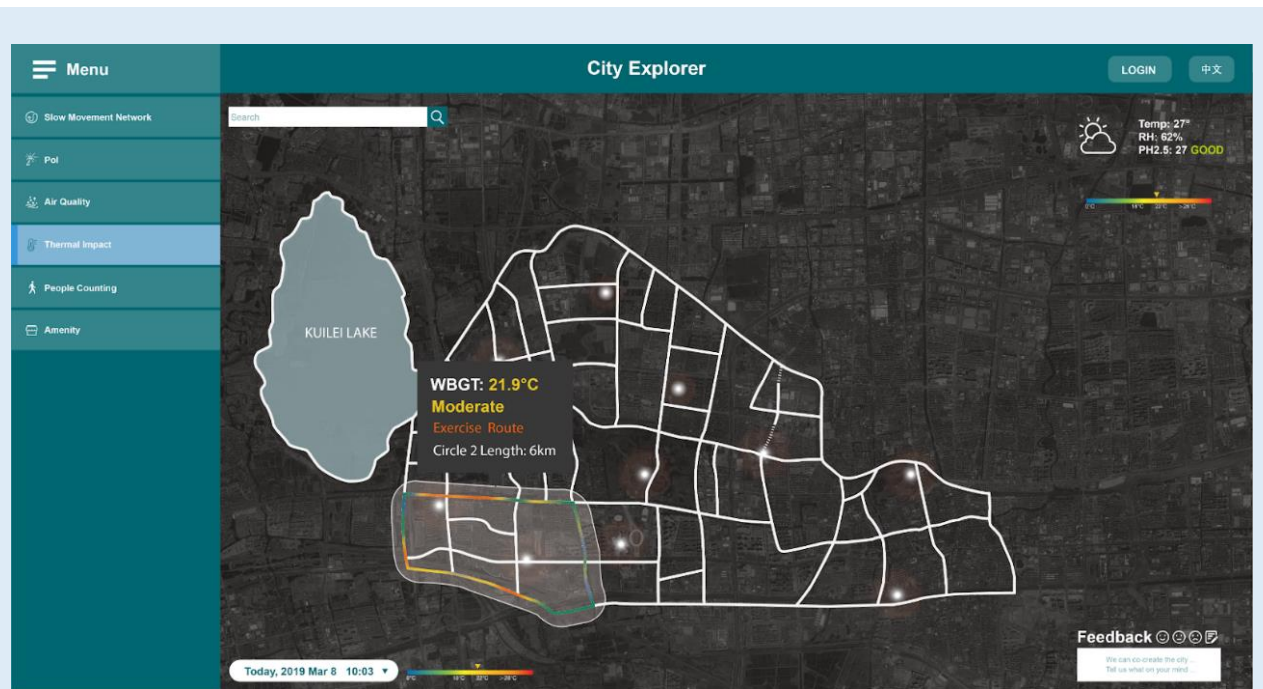
กรณีศึกษาการบูรณาการแนวทางธรรมชาติ (Nbs)

"Internet of Things"

อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง คืออะไร?

Internet of Things หรือ IoT หมายถึงการเชื่อมโยงอุปกรณ์นับพันล้านเครื่องที่เก็บรวบรวมและแชร์ข้อมูลอยู่ตลอดเวลาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เซ็นเซอร์ที่ฝังอยู่ในอุปกรณ์จึงทำให้สิ่งของและอุปกรณ์ทั้งหลายที่เชื่อมต่อกันสามารถสื่อสารรับส่งข้อมูลกันได้แบบเรียลไทม์บนแพลตฟอร์ม "อัจฉริยะ"

แบบผสมผสานนำเสนอแพลตฟอร์มที่เป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับโครงการสามเหลี่ยมสีเขียว แพลตฟอร์ม 'Cool Lines' แสดงแผนที่ดิจิทัลของพื้นที่ทั้งหมด (เรียกดูได้ใน Mobile App เป็นต้น) โดยอาศัยระบบที่ประยุกต์ใช้ Internet of Things เชื่อมโยงอุปกรณ์อัจฉริยะผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เซ็นเซอร์ในอุปกรณ์เหล่านั้นจะติดตามค่าความร้อนในเมืองและแนะนำเส้นทางที่เย็นสบายและมีร่มเงามากที่สุดให้ผู้อยู่อาศัยและนักท่องเที่ยวแบบเรียลไทม์ สถานที่ที่น่าสนใจตลอดจนจุดชมวิวและที่นั่งพักผ่อนจะมีเครื่องหมายกำกับในแผนที่ เช่น จุดที่ตั้งกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน จุดชมวิวนานาชาติ และสวนลอยฟ้าของอาคารที่เปิดให้ประชาชนทั่วไปเข้า วิธีนี้จะช่วยให้มีสิ่งดึงดูดผู้คนออกมาสำรวจพื้นที่ย่านสุขุมวิทเพิ่มขึ้นและสร้างแรงจูงใจให้ธุรกิจในพื้นที่ใกล้เคียงเข้าร่วมโครงการพื้นที่สีเขียวที่รวมอยู่ในแผนที่บนแพลตฟอร์ม Cool Lines ซึ่งก็สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของโครงการสะพานเขียวในปัจจุบันที่ต้องการดึงดูดนักท่องเที่ยวและกระตุ้นเศรษฐกิจในท้องถิ่น



ภาพที่ 23: แพลตฟอร์ม **Cool Lines** ที่ใช้ในออสเตรเลีย

ที่มา: CRCWSC

กรุงเทพมหานครก็มีการใช้งานระบบที่คล้ายคลึงกัน โดยทางศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (UddC) นำมาใช้ในโครงการนาร่องที่กรุงเทพมหานคร เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “GoodWalk” (โครงการเมืองเดินได้-เมืองเดินดี) เพื่อส่งเสริมให้คนในเมืองเดินมากขึ้นในชีวิตประจำวัน ระบบจะบูรณาการข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเปิด (Open Data) เข้าไปในแพลตฟอร์มอัจฉริยะเพื่อตรวจวัดความปลอดภัย ความสะดวก และความน่าอยู่ของพื้นที่เมืองแต่ละจุด แพลตฟอร์มนี้สามารถใส่พารามิเตอร์เพิ่มเติม เช่น ข้อมูลการพยากรณ์ และการติดตามน้ำท่วม และอุณหภูมิ และแสดงเส้นทางเลี่ยงน้ำท่วมโดยเลือกเส้นทางที่น้ำท่วมน้อยที่สุดในชุมชน

GoodWalk

Get Scores Ranking FAQ Ideas & Insights Related Content Press Contact Us

การยกมือไหว้หรือทักทาย หรือสถานที่

แผนที่ รันส์ท่าใหม่ รันส์ยาว รันส์ยา

รายละเอียดสถานีกับจุดการเดินทาง

ขบวนสาธารณะ	พื้นที่เดินทางทางไกล
24 Walk with Difficulty ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอาคาร	29 Walk with Difficulty ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอาคาร
เฉลี่ยจำนวนผู้ใช้สกาย	สถานบริการสาธารณะและธุรกิจรวม
44 Little Walkable ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอาคาร	30 Walk with Difficulty ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอาคาร
สถานศึกษา	แหล่งงาน
17 Walk with Difficulty ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอาคาร	59 Walkable ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอาคาร

รายละเอียดสถานีกับจุดการเดินทางที่

ขบวนสาธารณะ	พื้นที่เดินทางทางไกล
บ้านหน้า สถานีรถไฟกรุงเทพ 23 เมตร	สถานีรถไฟกรุงเทพ 158 เมตร
ท่าเรือวัดกัลยาณมิตร 119 เมตร	ท่าเรือวัดกัลยาณมิตร 201 เมตร
ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 143 เมตร	ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 330 เมตร
ป้ายรถเมล์ หน้าศูนย์การค้า 331 เมตร	ป้ายรถเมล์ หน้าศูนย์การค้า 541 เมตร
สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน 20/1 343 เมตร	สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน 543 เมตร

© UDDC-URBAN INSIGHT

4. การประเมินมูลค่าและการเลือกแนวทางแก้ไขปัญห

มีการประมาณการต้นทุนเป็นสกุลเงินบาทก่อนแล้วจึงแปลงเป็นดอลลาร์สหรัฐเพื่อใช้ในแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ มีการปรับข้อสมมติตามความจำเป็น เช่น การประเมินผลประโยชน์ของหลังคาสีเขียว (green roofs) ใช้วิธีประมาณการผลประโยชน์จากข้อสมมติว่าอัตราการมีส่วนร่วมของเอกชนเท่ากับ

48

70% ของพื้นที่ที่ระบุไว้ในการวิเคราะห์ด้วยระบบ GIS และเครื่องมือสำรวจ Fulcrum เนื่องจากคาดว่าความสนใจของเอกชนเจ้าของอาคารยังมีจำกัดในส่วนของการประเมินผลประโยชน์จากการปรับปรุงพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจ ใช้วิธีประมาณการผลประโยชน์โดยใช้ข้อมูลจาก value transfer tool เนื่องจากโครงการปรับปรุงสวนเบญจกิติที่มีการดำเนินการไปแล้ว (base case) ได้ก่อให้เกิดสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แล้วบางส่วน การใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการเป็นมาตรการเพิ่มเติมซึ่งก่อให้เกิดผลประโยชน์เพิ่มเติม จึงกำหนดให้ผลประโยชน์จากแนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำเท่ากับ 20% ของมูลค่ารวมของผลประโยชน์จากการปรับปรุงพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจสามารถศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับข้อสมมติของต้นทุนและผลตอบแทนได้จากภาคผนวก

นอกจากนี้ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินเชิงยุทธศาสตร์ระดับสูงโดยมีข้อจำกัดด้านข้อมูล วัตถุประสงค์หลักจึงเป็นการตั้งคำถามว่าจากข้อมูลที่มีในปัจจุบัน ควรดำเนินการตามยุทธศาสตร์ที่กำหนดไว้ต่อไปหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของวิธีการแก้ไขปัญหาตามแนวทางธรรมชาติ (NbS) โดยพิจารณาว่ามาตรการใดมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) ที่ดีที่สุด และจัดทำแผนจัดหาเงินทุนและแหล่งทุนที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการกระจายต้นทุนและผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม ทั้งนี้ การประเมินที่เป็นการประเมินโดยละเอียด เช่น ปริมาณและการไหลของน้ำที่แน่นอน เป็นต้น ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของโครงการนี้ และควรดำเนินการต่อไปเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ก่อนเริ่มโครงการและการจัดทำโครงการนำร่อง

4.1 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนโดยรวม (Overall BCR)

สำหรับกรณีศึกษาย่านสุขุมวิท ผลการวิเคราะห์แสดงอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ที่สูงถึงประมาณ 14 ในระยะเวลา 20 ปี ซึ่งแสดงว่ามาตรการ NbS สร้างประโยชน์อย่างมากให้ผู้มีส่วนได้เสียหลากหลายกลุ่ม เช่น ชุมชนท้องถิ่น ชุมชนปลายน้ำ ผู้ใช้บริการและผู้สัญจร นอกจากนี้ยังคืนประโยชน์กลับไปยังหน่วยงานผู้ให้บริการภาครัฐด้วย เช่น กรุงเทพมหานคร

มีการปรับลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุนของโครงการลงจาก 40 ปีซึ่งเป็นระยะเวลาปกติในการวิเคราะห์โครงการ ภายหลังการประชุมหารือกับผู้เชี่ยวชาญครั้งที่ 3 เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเมืองที่มีพลวัตสูงและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อันที่จริง

การปรับระยะเวลาการวิเคราะห์ในแบบจำลองเหลือ 20 ปี กลับทำให้อัตราส่วน BCR เพิ่มขึ้น หากใช้ระยะเวลา 40 ปี ตามปกติ อัตราส่วน BCR ที่ได้เท่ากับ 13 ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการประมาณการต้นทุนการบำรุงรักษาตลอดอายุโครงการเทียบกับการประมาณการผลประโยชน์เพิ่มขึ้นแบบครั้งเดียว (one-off) เช่น การประมาณการมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของทรัพย์สิน (อสังหาริมทรัพย์) ในช่วงเริ่มต้นโครงการ ผลการวิเคราะห์ยืนยันว่าโครงการมีอัตราผลตอบแทนที่สูงในระยะเวลาอันสั้น จึงเป็นปัจจัยสนับสนุนที่มีน้ำหนักเพื่อกำหนดโครงการต่อไป

หากพิจารณาอัตราส่วน BCR แยกตามรายการ จะเห็นว่าผลประโยชน์สุทธิที่ชุมชนได้รับจากเงินที่กรุงเทพมหานครลงทุนมีค่า BCR โดยรวม เท่ากับประมาณ 54 คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 150 ล้านดอลลาร์สหรัฐ สำหรับกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นผู้ดำเนินโครงการ มีอัตราส่วน BCR เท่ากับ 1.03 โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 74,752 ดอลลาร์ ถึงแม้ตัวเลขจะชี้ว่าอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนน้อย แต่ผลประโยชน์ที่ได้ก็ยังคงสูงกว่าต้นทุน

คำศัพท์เศรษฐศาสตร์ที่สำคัญ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value):

เป็นวิธีคำนวณมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด ทั้งต้นทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับในอนาคตตลอดอายุโครงการ

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio):

เป็นการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับต้นทุน อัตราส่วน BCR

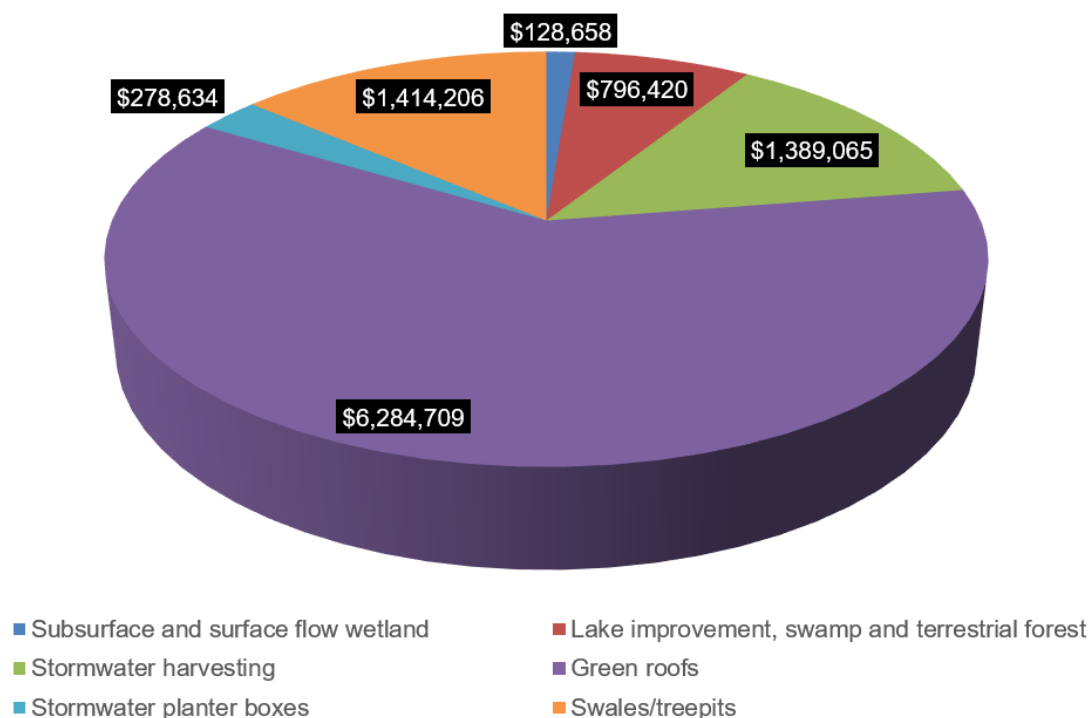
๕๖.๔ : ๓๖.๔ : ๔๖.๔

และการพิจารณาโครงการสาธารณูปโภคพื้นฐานจะต้องมุ่งเน้นการสร้างผลประโยชน์แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยรวม (มากกว่าผลประโยชน์ของหน่วยงานผู้ดำเนินโครงการ) นอกจากนี้ ยังมีโอกาสที่จะพิจารณาหาวิธีการกระจายต้นทุนให้มีความเป็นธรรมยิ่งขึ้นด้วย สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลยุทธ์การจัดหาเงินทุนและแหล่งทุน ดูได้ในบทที่ 5

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity testing) โดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำมากกว่า 1,000 ครั้ง โดยปรับต้นทุนและผลประโยชน์ลดลงและเพิ่มขึ้นในช่วง 30% มีผลการวิเคราะห์ที่ชี้ว่าโอกาสที่อัตราส่วน BCR โดยรวมจะสูงกว่า 1 คือ 100% อัตราส่วน BCR โดยรวมต่ำสุดคือ 18.66 และสูงสุดคือ 105.35 ในขณะที่อัตราส่วนผลประโยชน์-ต้นทุนของหน่วยงานผู้ดำเนินโครงการจะต่ำกว่าเล็กน้อย กล่าวคือ โอกาสที่อัตราส่วน BCR ของผู้ดำเนินโครงการจะสูงกว่า 1 เท่ากับ 50% อัตราส่วน BCR ต่ำสุด คือ 57 และสูงสุด คือ 1.74

4.2 ต้นทุนซึ่งรวมต้นทุนการวางแผน การก่อสร้างและการบำรุงรักษา

ภาพที่ 25 แสดงต้นทุนในการลงทุนตามมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ซึ่งรวมต้นทุนการติดตั้ง/ต้นทุนการก่อสร้างที่จ่ายตั้งแต่เริ่มโครงการ (upfront) และต้นทุนการบำรุงรักษาตลอดระยะเวลา 20 ปี มาตรการ NbS ที่มีต้นทุนสูงสุดได้แก่หลังคาสีเขียว (green roofs) ซึ่งผู้รับภาระต้นทุนค่าใช้จ่ายหลักคือภาคเอกชนที่น่าสังเกตคือสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบที่อยู่บนพื้นดิน (surface wetland) และแบบบนผิวน้ำ (subsurface flow wetland) มีต้นทุนต่ำเพียง 128,567 ดอลลาร์สหรัฐตลอดระยะเวลา 20 ปี ต้นทุนการปรับปรุงสวนเบญจกิติเพิ่มเติมคิดเป็น 22% ของต้นทุนรวมทั้งหมด (กรุงเทพมหานครเป็นผู้รับผิดชอบต้นทุนค่าใช้จ่าย) เทียบกับต้นทุนมาตรการ NbS ในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติซึ่งคิดเป็น 78% ของต้นทุนรวมทั้งหมด (กรุงเทพมหานครและภาคเอกชนร่วมกันรับผิดชอบต้นทุนค่าใช้จ่าย)



ภาพที่ 25: สรุปต้นทุนในการลงทุน

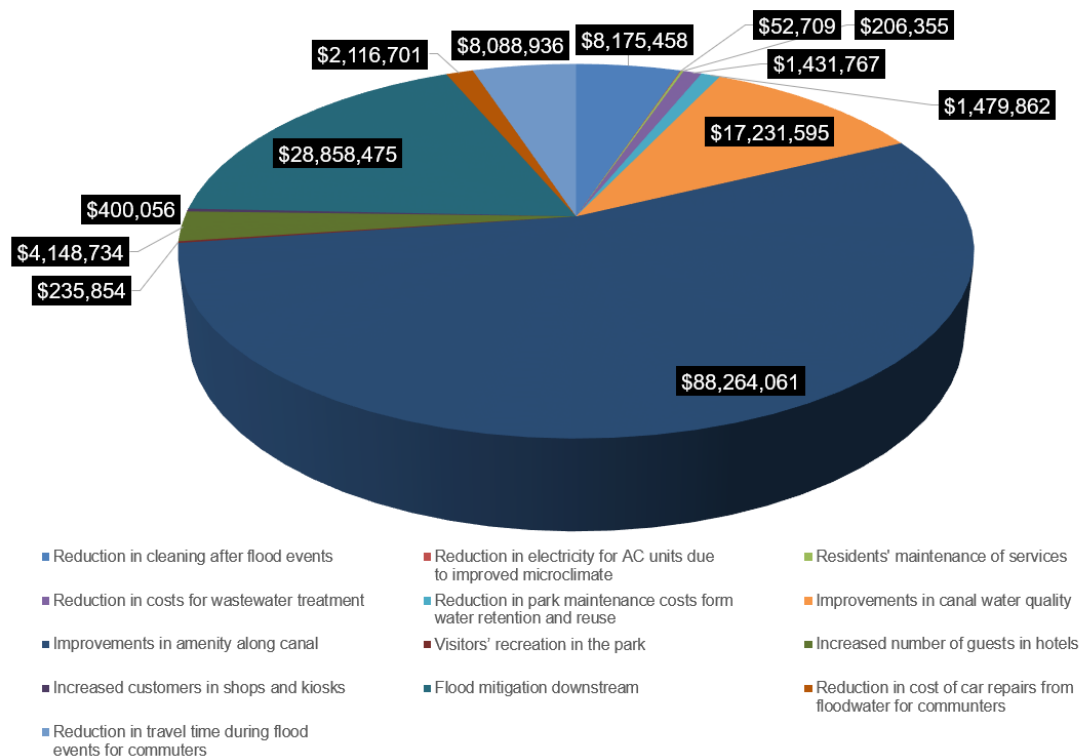
ที่มา: คณะทำงาน

4.3 สรุปผลประโยชน์

การประมาณการผลประโยชน์ของโครงการมีหลายวิธี เช่น การประมาณการผลประโยชน์ของหลังคาเขียวในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติใช้วิธีระบุต้นทุนเสีย

ห ำ ย ที่ อ ำ จ เ กิ ด ขี น (specific damage costs)
ในขณะที่การประมาณการผลประโยชน์จากการพัฒนาปรับปรุงคลองไผ่สิงห์โตใช้วิธีการวิเคราะห์ผลกระทบของโครงการต่อมูลค่าทรัพย์สิน

ภาพที่ 26 แสดงผลประโยชน์หลักและมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) แผนภูมิด้านล่างแสดงให้เห็นว่าผลประโยชน์บางอย่างมีมูลค่าสูงกว่าผลประโยชน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ผลประโยชน์ที่เกิดจากแนวทางธรรมชาติ (NbS) ในการปรับปรุงสภาพอากาศย่อย (Microclimate) ในพื้นที่การศึกษายังมีน้อยเมื่อคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับจากค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้จำนวน 52,709 ดอลลาร์สหรัฐตลอดระยะเวลาโครงการ 20 ปี ในขณะที่ผลประโยชน์ก่อนใหญ่ที่สุด ซึ่งคิดเป็น 55% ของผลประโยชน์รวมทั้งหมด เป็นผลประโยชน์ที่เกิดจากการปรับปรุงคลองไผ่สิงห์โต ซึ่งประมาณการจากมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของทรัพย์สิน (อสังหาริมทรัพย์) หลังจากเริ่มโครงการไปแล้ว 2 ปี โดย ใช้ วิ ธี ป ระ ม า ณ ก า ร มู ล ค่ำ ที่ เ พิ่ ม ขี น แบบ ค ร้ ง เ ตี ย ว (one-off) จากฐานราคาอสังหาริมทรัพย์ในบริเวณพื้นที่การศึกษา ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาการปรับปรุงคลองไผ่สิงห์โต (ซึ่งประกอบด้วยสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบที่อยู่บนพื้นดิน (surface wetland) และแบบบนผิวน้ำ (subsurface wetland) พบว่าเป็นมาตรการที่มีต้นทุนต่ำที่สุด อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ของมาตรการนี้มาตรการเดียว คือ 686 โดยมีกรุงเทพมหานครเป็นผู้รับผิดชอบต้นทุนค่าใช้จ่าย ในขณะที่ ผู้ อ ยู่ อ ำ ศ ย ใน พื้ น ที่ เ ป็น ผู้ ไ้ ด ้ ร ับ ป ระ โย ช น์ การวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนนี้อยู่ภายใต้ข้อสมมติว่ามีต้นทุนการก่อสร้างบึงประดิษฐ์ไม่สูง ในขณะที่ทรัพย์สินในพื้นที่ศึกษามีมูลค่าสูง ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงมูลค่าทรัพย์สินเพียงเล็กน้อย (เพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์) ก็ทำให้ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีมูลค่าสูง อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยการปรับต้นทุนและผลประโยชน์ของแต่ละมาตรการ รวมทั้งต้นทุนของสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์ในคลองไผ่สิงห์โตขึ้นไปถึง 100 เท่า ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์โดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ



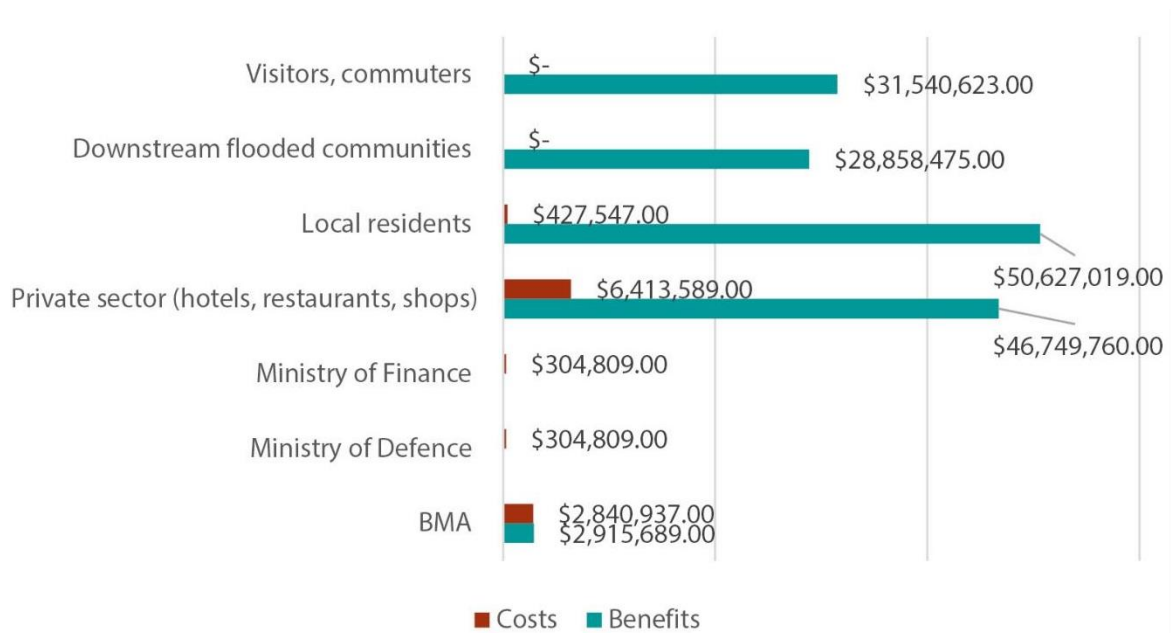
ภาพที่ 26: ผลประโยชน์หลักและมูลค่า

ที่มา: คณะทำงาน

ในกรณีศึกษานี้ใช้วิธีประมาณการมูลค่าผลประโยชน์แยกตามรายการ อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการบูรณาการแนวทางธรรมชาติแบบผสมผสานในโครงการ “สามเหลี่ยมสีเขียว” ก็ย่อมก่อให้เกิดผลประโยชน์เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ (positive multiplier effects) ซึ่งรวมไปถึงความสามารถในการป้องกันน้ำท่วมที่ดีขึ้นและประโยชน์อื่นๆ ที่ไม่มีมูลค่าตลาดด้วย เช่น สภาวะน่าสบาย (thermal comfort) เมืองที่เหมาะสมแก่การเดินและมีความปลอดภัย เป็นต้น

4.4 การกระจายต้นทุนและผลประโยชน์

หลังจากวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์แยกตามรายการแล้ว คำถามที่สำคัญต่อไปคือการกระจายต้นทุนและผลประโยชน์ในหมู่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นอย่างไร กล่าวคือใครจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายและใครจะได้รับผลประโยชน์ ซึ่งข้อมูลนี้มีความสำคัญอย่างมากต่อการระบุผู้รับผิดชอบต้นทุนค่าใช้จ่ายโดยอาศัยมาตรการทางภาษีและมาตรการอื่นๆ เช่น การโอน (การให้เปล่า) และค่าเก็บค่าธรรมเนียม เป็นต้น



ภาพที่ 27: การกระจายต้นทุนและผลประโยชน์¹³

ภาพที่ 27 แสดงให้เห็นว่าภาคเอกชนเป็นผู้รับภาระต้นทุนค่าใช้จ่ายในสัดส่วนที่สูงที่สุด ภายใต้ข้อสมมติว่าภาคเอกชนจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ของการใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำท่วม (NbS) ในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ อย่างไรก็ตาม ผลประโยชน์ที่ภาคเอกชนจะได้รับก็สัดส่วนสูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุน โดยมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับประมาณ 5.5 ตัวเลขนี้น่าจะเป็นสิ่งจูงใจให้กรุงเทพมหานครทำงานร่วมกับภาคเอกชนเพื่อดำเนินการกลยุทธ์ส่วนนี้ สำหรับกรุงเทพมหานครเอง อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) จะต่ำกว่าเท่ากับประมาณ 1 ในขณะที่ประชาชนทั่วไป ซึ่งมีอยู่หลายกลุ่ม ตั้งแต่กลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ชุมชนปลายน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม ผู้ใช้บริการและผู้สัญจร จะได้รับผลประโยชน์ที่สูงมากโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับต้นทุนที่จ่ายจริงอยู่ว่าสาธารณชนควรเป็นกลุ่มเป้าหมายผู้รับผลประโยชน์จากโครงการของหน่วยงานภาครัฐส่วนท้องถิ่น ทว่าหลักฐานชิ้นนี้อาจทำให้มีเหตุผลเพียงพอที่จะเริ่มพิจารณาวิธีหักคืนค่าใช้จ่าย (cost-recovery scheme) เช่น การเก็บภาษีน้ำท่วมแบบอัตราคงที่ ขณะเดียวกันก็จะเป็นแรงจูงใจให้ชุมชนในท้องถิ่นสนับสนุนการดำเนินมาตรการ NbS ในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติด้วย

¹³ ในเดือนตุลาคม 2563 โรงงานยาสูบได้ส่งมอบพื้นที่ และกรมธนารักษ์ได้ลงนามในบันทึกข้อตกลง (MOU) ร่วมกับกองทัพบก เพื่อดำเนินโครงการปรับปรุงสวนเบญจกิติ ระยะที่ 2 และ 3 การศึกษาครั้งนี้ขอสมมติว่ากรมธนารักษ์และกองทัพบกรับผิดชอบค่าใช้จ่ายเท่ากัน ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายสำหรับการคำนวณ

5. การระบุงบกลางในการจัดหาเงินทุนและการใช้จ่ายเงินที่เหมาะสม

ตั้งแต่ทศวรรษ 1960 เป็นต้นมา เศรษฐกิจไทยเติบโตอย่างรวดเร็วเนื่องจากการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานซึ่งโครงการส่วนใหญ่เป็นโครงการที่รัฐบาลลงทุน โดยอาศัยงบประมาณจากเงินภาษีอากร รัฐบาลยังเป็นผู้ลงทุนรายใหญ่ที่สุดในช่วงหลายปีมานี้ นับตั้งแต่การลงทุนภาคเอกชนชะลอตัว อย่างไรก็ตาม งบประมาณลงทุนของภาครัฐเริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการด้านโครงสร้างพื้นฐานที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเติบโตของประชากรและการขยายตัวของเมือง ส่งผลให้การจัดหาเงินทุนด้วยวิธีเดิมหรือแหล่งทุนเดิมไม่เพียงพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการในอนาคต ดังนั้น รัฐบาลยังจำเป็นต้องเพิ่มการลงทุนเพื่อความยั่งยืนและความเท่าเทียมเพื่อบรรลุเป้าหมายตามนโยบายและยุทธศาสตร์ชาติอีกด้วย

โครงการสวนป่าเบญจกิติเป็นการทำงานร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐหลายแห่งเพื่อก่อสร้างสวนป่าใจกลางเมืองที่ให้ประโยชน์แก่ชุมชนโดยรอบและกรุงเทพมหานครเป็นอย่างมาก การขยายโครงการจากสวนสาธารณะ 1 แห่งสู่การพัฒนาพื้นที่เมืองทั้งย่านให้เป็นสีเขียวโดยอาศัยความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชนท้องถิ่นจะยิ่งก่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้นอีก เพราะจะทำให้เมืองน่าอยู่ขึ้นและสามารถรับมือกับความท้าทายด้านภูมิอากาศและเศรษฐกิจได้ดีขึ้นด้วย

ดังนั้น กล้าว่าต่อไปแล้ว ประเทศไทยและกรุงเทพมหานครไม่ต่างจากประเทศหรือเมืองใหญ่อีกหลายแห่งที่ประสบปัญหาการจัดหาเงินทุนให้เพียงพอต่อความต้องการด้านโครงสร้างพื้นฐานที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขยายตัวของเมืองและข้อจำกัดด้านงบประมาณของประเทศเอง กรณีศึกษาที่ตั้งข้อสมมติว่าการลงทุนเพื่อการจัดการน้ำ การป้องกันน้ำท่วม และระบบสุขภาพของย่านสุขุมวิทก็ประสบปัญหาด้านการลงทุนเช่นกัน ข้อเสนอในกรณีศึกษาจึงชี้ให้เห็นถึงโอกาสที่จะเพิ่มการลงทุนและขยายช่องทางการจัดหาทุนจากแหล่งต่าง ๆ

เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีปัจจัยหลายอย่างที่เอื้อต่อการระดมทุนและส่งเสริมการลงทุนเพื่อสนับสนุนการเติบโตสีเขียวอย่างยั่งยืน (sustainable green growth) อยู่แล้ว จึงต้องนำองค์ประกอบเหล่านั้นมาพัฒนาให้ก้าวหน้าต่อไป เช่น

5.1 นโยบายและยุทธศาสตร์ที่เอื้อ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ได้แสดงวิสัยทัศน์การพัฒนาประเทศไว้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ยังมี การจัด ทำ ต่า ม ยุทธ ศาส ตร์ ชา ตี 20 ปี ซึ่งเป็นแผนแม่บทหลักในการพัฒนาประเทศและกำหนดวิสัยทัศน์ระยะยาวของการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีการแปลงยุทธศาสตร์ชาติสู่การปฏิบัติผ่านแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติระยะเวลา 5 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 มุ่งเน้นประเด็นต่อไปนี้

- การแก้ไขปัญหาความยากจนและความเหลื่อมล้ำ
- การปรับปรุงความสามารถในการแข่งขันของของประเทศ รวมทั้งปรับโครงสร้างเศรษฐกิจภายในประเทศให้ก้าวสู่เศรษฐกิจดิจิทัล
- การส่งเสริมการเติบโตสีเขียวซึ่งตั้งเป้าหมายเพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าของประเทศ 40% และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิลง 7% เป็นต้น

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ให้ความสำคัญกับประเด็นต่อไปนี้¹⁴:

- นโยบายไทยแลนด์ 4.0 นำเสนอรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจใหม่เพื่อปรับทิศทางประเทศไทยให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี สาระสำคัญของนโยบายไทยแลนด์ 4.0 คือการพัฒนาเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยี สร้างสังคมที่มีคุณภาพและรักษาสีเขียวด้วยการสร้างสังคมคาร์บอนต่ำและมีระบบเศรษฐกิจที่สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ พ.ศ 2562 เป็นแผนการปรับตัวของ 6 สาขาหลักที่ระบุไว้ในแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (พ.ศ 2558-2593) ได้แก่ การจัดการน้ำ สาธารณสุข การตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ การท่องเที่ยว การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร

แนวทางแก้ไขปัญหาระบุไว้ในกรณีศึกษาที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมความยืดหยุ่นในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งเสริมนวัตกรรมและสร้างเมืองที่น่าอยู่ด้วยการออกแบบย่านกลางเมืองที่น่าเดิน มีพื้นที่สีเขียวและเศรษฐกิจเข้มแข็ง การแปลงวิสัยทัศน์ดังกล่าวให้เป็นจริงต้องอาศัยการระดมทุนในขนาดที่พอเหมาะโดยอาศัยเครื่องมือทางการเงินหลายรูปแบบเพื่อเข้าถึงแหล่งเงินทุนทั้งของภาครัฐและเอกชนทั้งจากในและนอกประเทศ

¹⁴ UNDP. Development Finance Assessment Snapshot – Thailand. 2021. Retrieved from

<https://www.th.undp.org/content/thailand/en/home/library/development-finance-assessment-snapshot---thailand-.html>

“ การเติบโตสีเขียว (Green growth) และการลงทุนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นกุญแจสำคัญเพื่อบรรลุวิสัยทัศน์ไทยแลนด์ 4.0 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการฟื้นตัวจากการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ (โควิด-19) แนวทางการเติบโตสีเขียวจะทำให้ประเทศไทยเติบโตและพัฒนาต่อไป ในขณะที่สินทรัพย์ตามธรรมชาติยังคงเป็นแหล่งทรัพยากรและให้บริการด้านสิ่งแวดล้อมแก่คนรุ่นต่อไปในอนาคต เส้นทางการเติบโตเช่นนี้จะทำให้ประเทศไทยมีความยืดหยุ่นเมื่อต้องรับมือวิกฤติระดับโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือโรคระบาดในอนาคต ก้าวอย่างสำคัญเพื่อส่งเสริมการเติบโตสีเขียวคือการเร่งรัดการลงทุนและการพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้เศรษฐกิจเติบโตอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดโอกาสใหม่ๆ ทางเศรษฐกิจ และส่งเสริมการสร้างงานที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม¹⁵

หน่วยงานรัฐบาลที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะรับบทบาทสำคัญในการนำแนวทางธรรมชาติมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) เพราะอำนาจหน้าที่ที่มีอยู่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ระดับสูงของประเทศ กฎกระทรวงมหาดไทยเป็นหน่วยงานหนึ่งในคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยซึ่งมีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดนโยบายสภาพภูมิอากาศของประเทศ ตลอดจนจัดทำแนวทางและจัดตั้งกลไกความร่วมมือระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับอนุสัญญาและพิธีสารว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณีศึกษาจึงใช้ข้อสมมติว่ากรุงเทพมหานครเป็นหน่วยงานผู้ดำเนินการ (องค์กรผู้รับผิดชอบโครงการ)

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกองประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (กปอ.) เป็นหน่วยงานที่มีบทบาทในการผลักดันนโยบายที่จำเป็นเพื่อนำแนวทางธรรมชาติมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) อำนาจหน้าที่ของสผ.สอดคล้องกับการดำเนินการตามแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งยุทธศาสตร์เป้าหมายเพื่อให้เกิดการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (Ecosystem-based Adaptation)

ในระดับท้องถิ่น การเริ่มต้นนำแนวทางธรรมชาติ (NbS) และการจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองแบบบูรณาการ (IUFM) มาใช้อาจเริ่มจากแผนแม่บทกรุงเทพมหานครว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ 2556-2566 (Bangkok

¹⁵ OECD (2021). *OECD investment policy reviews: Thailand*. Paris: OECD. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/6091762f-en/index.html?itemId=/content/component/6091762f-en>

Masterplan on Climate Change 2013 – 2023) ซึ่งแผนแม่บทฉบับปัจจุบันมุ่งเน้นการขนส่งที่มีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (โดยคำนึงถึงการพัฒนาเมืองที่น่าอยู่และเดินทางสะดวก) การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการขยะและบำบัดน้ำเสีย การวางผังเมืองสีเขียว และการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะ 2 หัวข้อหลัง กรุงเทพมหานครมีเป้าหมายขยายพื้นที่สีเขียวผ่านมาตรการต่างๆ รวมทั้งมาตรการจูงใจที่ให้แก่เจ้าของที่ดินภาครัฐและภาคเอกชน นอกจากนี้ยังเริ่มใช้มาตรการแบบใช้การก่อสร้าง (hard measures) และไม่ใช้การก่อสร้าง (soft measures) เพื่อรับมือกับภัยพิบัติด้วย¹⁶ กรณีศึกษา¹⁷ นี้จึงได้ออกแบบกลยุทธ์ต่างๆ โดยคำนึงถึงประเด็นสำคัญที่ระบุไว้ในแผนแม่บทฉบับนี้ การหารือเพื่อวางแผนแม่บทว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศฉบับต่อไปซึ่งจะนำมาใช้ในช่วงเวลา 10 ปีหลังพ.ศ. 2566 จึงเป็นโอกาสอันดีที่จะนำเสนอแนวทางและความคิดใหม่ๆ

5.2 การระบุและประเมินทางเลือกการลงทุนที่สนับสนุนวัตถุประสงค์เชิงนโยบาย

โครงการจะมีโอกาสได้รับการสนับสนุนทางการเงินมากขึ้นถ้ามีการพัฒนาข้อเสนอโครงการและประเมินโครงการอย่างละเอียดรอบคอบ เช่น ระบุต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งหมดตลอดอายุโครงการ ระบุโอกาสสร้างมูลค่าเพิ่มในขอบเขตที่กว้างขึ้น รวมทั้งประเมินต้นทุนที่ประหยัดได้จากการขยายขนาด (*economies of scale*) และขอบเขต (*economies of scope*) ของการลงทุน ดังที่เห็นจากกรณีศึกษาแล้ว การจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองแบบบูรณาการ (IUFM) เป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาที่เลือกใช้มาตรการต่างๆ อย่างสมดุลทั้งมาตรการแบบรวมศูนย์และแบบมีส่วนร่วม มาตรการสีเขียวและสีเทาตลอดจนวิธีการแบบไม่ใช้โครงสร้าง จึงช่วยลดต้นทุนที่จำเป็นต้องจัดหางบประมาณมาสนับสนุนอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ กรณีศึกษาย่านสุขุมวิทยังแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ (NbS) ควบคู่กับโครงการแบบมีส่วนร่วม (เช่น โครงการที่เสนอสำหรับพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ) เพื่อสนับสนุนการลงทุนขนาดใหญ่ (เช่น การปรับปรุงคลองไผ่สิงห์โตและสวนเบญจกิติ) เพราะฉะนั้น ในการพิจารณาตัดสินใจลงทุนโครงการตามปกติ หน่วยงานภาครัฐจึงควรนำผลประโยชน์ต่างๆ เหล่านี้มาพิจารณาด้วย

โครงการที่ให้ผลตอบแทนดีและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงนโยบายของรัฐบาล นอกจากจะมีโอกาสได้รับงบประมาณจากภาครัฐมากขึ้นแล้ว ยังมีโอกาสได้ข้อมูลเพิ่มขึ้นด้วย เช่น ขนาดของผลประโยชน์และการกระจายผลประโยชน์ให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่างๆ

¹⁶ See *Bangkok Masterplan on Climate Change 2013–2023* for more information. (Retrieved from <http://copjapan.env.go.jp/cop/cop21/program/151202/1515-1645/pdf/cop21-jp-151202-1515-1645-presentation-02.pdf>)

ซึ่งสามารถนำไปเผยแพร่เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนและระดมความร่วมมือจากภาคเอกชนเพื่อประโยชน์ของส่วนรวม

5.3 แผนงานและโครงการสาธิต

การทำให้โครงการเดี่ยว (stand-alone project) อาจทำให้เห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีหรือแนวทางใดแนวทางหนึ่งชัดเจน แต่แผนลงทุนที่มีหลายโครงการและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์บางครั้งก็หาเงินทุนได้ง่ายกว่า ในกรณีศึกษาจัดทำแผนลงทุนแบบบูรณาการโดยเชื่อมโยงโครงการลงทุนหลายโครงการเข้าด้วยกัน (ตั้งแต่การลงทุนสร้างสวนสาธารณะขนาดใหญ่โดยภาครัฐไปจนถึงการลงทุนบนที่ดินของเอกชน) เพื่อให้แน่ใจว่าประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุนทั้งหมดจะเหนือกว่าการลงทุนแยกรายโครงการ การจัดทำแผนลงทุนในลักษณะดังกล่าวยังช่วยให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการจัดหาทุนมากขึ้น วิธีหนึ่งที่ช่วยบริหารจัดการความเสี่ยงและลดข้อจำกัดด้านงบประมาณคือการดำเนินโครงการเป็นระยะ (เช่น ในโครงการก่อสร้างสวนเบญจกิติ) การดำเนินโครงการเป็นระยะและกำหนดวิสัยทัศน์การพัฒนาย่านสุขุมวิทให้ชัดเจน (เช่น โครงการสามเหลี่ยมสีเขียวที่เชื่อมสวนลุมพินีและสวนเบญจกิติเข้ากับเครือข่ายพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ด้านเหนือของสุขุมวิท) จะช่วยสร้างแรงบันดาลใจและส่งเสริมให้ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมและภาคเอกชนเข้าร่วมดำเนินการ

เนื่องจากโครงการสวนเบญจกิติเป็นความคิดริเริ่มที่โดดเด่น จึงเป็นโอกาสที่จะยกระดับความร่วมมือระหว่างภาครัฐกับภาคเอกชนให้กว้างขวางขึ้นเพื่อพัฒนา “ย่าน” แทนการพัฒนา “โครงการ” ดังที่เห็นจากตัวอย่างของเทศบาลเมืองคุนซาที่ร่วมมือกับ CRCWSC ในการพัฒนาแพลตฟอร์ม Cool Lines

อย่างไรก็ตาม ในการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญ มีผู้แสดงความกังวลว่าการทำข้อตกลงความร่วมมือระหว่างภาครัฐกับภาคเอกชนอย่างเป็นทางการ (เช่น การให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐหรือ PPP) ต้องใช้เวลาและมีต้นทุนการดำเนินการสูง จึงเป็นเรื่องยากต่อการปฏิบัติ ความร่วมมือแบบที่ไม่เป็นทางการนักหรือมีความซับซ้อนน้อยกว่า เช่น ในรูปของบันทึกความเข้าใจ (MoU) กิจการร่วมทุน (joint venture) มาตรการจูงใจ การรับรองมาตรฐาน หรือการประชาสัมพันธ์โครงการโดยใช้ตราสัญลักษณ์ร่วม (joint branding) อาจมีความเป็นไปได้มากกว่าในทางปฏิบัติหากจะเชิญชวนภาคธุรกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งธุรกิจขนาดใหญ่ให้เข้าร่วมโครงการ โดยจัดทำเป็นส่วนหนึ่งของนโยบายความรับผิดชอบต่อสังคม (CSR) การรณรงค์ผ่านแคมเปญ CSR ของบริษัทยังน่าจะเป็นช่องทางที่ดีที่ภาครัฐใช้กระตุ้นให้ภาคเอกชนร่วมมือในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และ

ทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ภาคเอกชนนำแนวคิดความยั่งยืนมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของอัตลักษณ์หรือแบรนด์ของบริษัท

ริษัทเองและได้อาศัยความคล่องตัวและความต้องการได้เปรียบในการแข่งขันของภาคเอกชนมาช่วยผลักดันโครงการ “สามเหลี่ยมสีเขียว” ยังเป็นช่องทางหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับภาคเอกชนเนื่องจากเป็นโครงการที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวและผู้มาใช้บริการ

นอกจากความร่วมมือกับภาคเอกชนแล้ว ยังอาจร่วมมือกับโรงเรียน ชุมชน หรือองค์กรพัฒนาเอกชนในท้องถิ่นเพื่อติดตั้งกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน (planter boxes) ที่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐในพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ โดยให้การสนับสนุนทางการเงินและเทคนิคกับเอกชนที่ลงทุนติดตั้งกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝนในอนาคต และส่งเสริมเครือข่ายผู้สนับสนุนในชุมชนที่มีวิสัยทัศน์ร่วมกับโครงการช่วยดูแลรักษาทรัพยากรสินเหล่านี้อต่อไป

Box

1

แสดงตัวอย่างโครงการความร่วมมือและการลงทุนร่วมกับภาคเอกชนและชุมชนในประเทศออสเตรเลีย เพื่อปรับปรุงการจัดการน้ำฝน

Box 1: ประสานความร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อผลประโยชน์ส่วนรวม

โครงการสวนรับน้ำฝนจำนวน 10,000 แห่งของ
Melbourne Water



แสดงให้เห็นว่าเป็นไปได้ที่จะเปิดโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมและส่งเสริมให้ชุมชนทำสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

โครงการดังกล่าวสนับสนุนให้เจ้าของที่ดินเอกชนสร้างสวนรับน้ำฝนในที่ดินตนเอง สวนที่จัดเตรียมเป็นพิเศษนี้ออกแบบมาเพื่อรองรับชะลอและกรองน้ำฝนจากหลังคาหรือพื้นน้ำซึมผ่านไม่ได้ เช่น ทางเข้าบ้านหรือบาทวิถี น้ำฝนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเพราะพัดพาเอามลพิษลงไปในแม่น้ำลำ

ธาร เช่น ขยะ สารเคมี มูลสัตว์ และ น้ำมัน
สวนรับน้ำฝนจะช่วยลดมลพิษและปรับปรุงคุณภาพน้ำฝนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำในท้องถิ่น

โครงการนี้ส่งเสริมการบำบัดน้ำฝนด้วยวิธีที่เรียบง่ายและมีประสิทธิภาพ
ด้วยการสร้างความตระหนักรู้ของประชาชนในเรื่องต่อไปนี้:

- น้ำฝนสัมพันธ์กับวัฏจักรน้ำอย่างไร
- การบริหารจัดการน้ำฝนที่ดีจะส่งผลต่อคุณภาพแหล่งน้ำอย่างไร และ
- สิ่งที่ได้ง่าย ๆ ที่บ้านเพื่อบริหารจัดการน้ำฝน

Melbourne Water ไม่ได้ให้แรงจูงใจทางการเงินแก่เจ้าของที่ดินเพื่อสร้างสวนรับน้ำฝน
แต่กลับเน้นให้ความรู้กับประชาชนเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วม
ส่วนหนึ่งของความสำเร็จของโครงการนี้เกิดจากการจัดอุปสรรคที่ทำให้ผู้คนส่วนใหญ่ไม่ยากติดตั้ง
สวนรับน้ำฝน กล่าวคือ:

- ประชาชนไม่ตระหนักว่าน้ำฝนสร้างปัญหา – Melbourne Water
จึงจัดทำเว็บไซต์และพิมพ์แผ่นพับเผยแพร่ข้อมูลเพื่ออธิบายว่าน้ำฝนที่ไหลลงแหล่งน้ำส่งผลกระทบต่อ
ต่อคุณภาพน้ำอย่างไร และสวนรับน้ำฝนจะช่วยแก้ปัญหาอย่างไร
- ชุมชนมีความเข้าใจเรื่องสวนรับน้ำฝนจำกัด – Melbourne Water
ให้การสนับสนุนทางเทคนิคแก่เจ้าของที่ดินที่ต้องการสร้างสวนรับน้ำฝน
โดยให้ข้อมูลผ่านแผ่นพับและเว็บไซต์
หน่วยงานยังร่วมกับเจ้าหน้าที่เขตทำโครงการสาธิตเพื่อสร้างสวนรับน้ำฝนตามสถานที่สาธารณะ
เช่น ถนน สวนสาธารณะ และโรงเรียน
- ช่างและภาคธุรกิจที่เกี่ยวข้องขาดความรู้เมื่อต้องติดตั้งสวนรับน้ำฝนหรือให้บริการตามบ้านเรือน –
Melbourne Water จัดอบรมด้านเทคนิคให้แก่ช่างประปาและนักออกแบบสวนด้วย

โครงการใช้ตัวเลข 10,000 เพื่อเรียกความสนใจ

กระตุ้นให้มีการพูดคุยและจุดประกายให้สมาชิกชุมชนระดับรากหญ้าเกิดความสนใจ

การแข่งขันชิงรางวัลเป็นคูปองแลกเครื่องมือฮาร์ดแวร์ (hardware vouchers)

ประสบผลสำเร็จในการเชิญชวนเจ้าของที่ดินให้ลงทะเบียนสวนรับน้ำฝนของตน

โครงการนี้เริ่มเมื่อปีค.ศ. 2008 และสร้างสวนรับน้ำฝนได้ครบ 10,000

แห่งทั่วนครเมลเบิร์นตามเป้าที่ตั้งไว้เมื่อปีค.ศ. 2016

ขณะนี้โครงการเป็นส่วนหนึ่งของโครงการน้ำฝนของ Melbourne Water

ที่มา: K Milenkovic, M Potter and P Morison (2012). *Community engagement: the story of the 10,000 Raingardens Program*. Paper presented at the Stormwater '12 Conference, 15–19 October, Melbourne; Melbourne Water (2016). *Melbourne's Water Future Green Paper*, Melbourne Water's Submission. Melbourne.

5.4 การใช้ประโยชน์จากการลงทุนภาคเอกชนและทุนสังคม

งบประมาณและการจัดหาเงินทุนของภาครัฐยังคงมีบทบาทสำคัญต่อไปในการส่งเสริมการเติบโตสีเขียว (green growth) และการจัดการน้ำท่วมในเขตเมืองแบบบูรณาการ (IUFM) ขณะเดียวกัน กระบวนการ IUFM

ก็พยายามหาหนทางช่วยลดปัญหาขาดแคลนงบประมาณลงทุนโครงสร้างพื้นฐานของภาครัฐด้วยการระดมช่องทางใหม่ๆ ในการหารายได้และนำมาเป็นแหล่งรายได้ในการดำเนินการ (เช่น การเก็บกักน้ำฝนเพื่อจำหน่าย) จึงลดการพึ่งพางบประมาณของรัฐและเพิ่มความสามารถในการหารายได้และขยายโอกาสการลงทุน เช่น จำหน่ายน้ำฝนให้กับศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ภายในสวนเบญจกิติ โครงการแบบเดียวกันนี้ได้เริ่มดำเนินการแล้วที่มณฑลหูหนาน ประเทศจีน (ภาพที่ 28)

มาตรการจูงใจก็มีความสำคัญ ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 กำหนดอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR) ในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์เอาไว้ซึ่งปัจจุบันมีอัตราส่วนสูงสุดเท่ากับ 10:1 แต่หากการออกแบบอาคารเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดก็จะได้รับอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่ม (FAR Bonus) แต่ไม่เกิน 20% เช่น โครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อย พื้นที่สีเขียว พื้นที่รับน้ำหรือที่กักเก็บน้ำหรืออาคารประหยัดพลังงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบันอาคารเขียว

วิธีการอีกอย่างหนึ่งที่จะเชิญชวนให้ผู้พัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์เข้าร่วมโครงการมากขึ้นเพื่อส่งเสริมการใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) เช่น หลังคาสีเขียว (green roofs) หลุมปลูกต้นไม้ริมทาง (tree pits) และร่องน้ำปลูกพืช (swales) คือจัดให้มีแผนงานการฝึกอบรมและสร้างเสริมขีดความสามารถทางเทคนิคควบคู่ไปด้วย

การเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR bonus) เป็นมาตรการจูงใจเชิงบวก แต่ “ข้อบังคับอาคารว่าด้วยระบบการใช้น้ำฝนของนครเซินเจิ้น” ก็อาจนำมาใช้เป็นมาตรการทางเลือกหรือมาตรการเสริม

ภาพที่ 28 สัญญาซื้อขายน้ำฝนฉบับแรกของประเทศจีน

เมื่อวันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2563 บริษัท Changsha Gaoxin District Park Company ในเมืองฉางซา มณฑลหูหนานและบริษัท Hunan Yuchuang Environmental Protection Company ในมณฑลหูหนาน ได้ลงนามในสัญญาซื้อขายน้ำฝนฉบับแรกของประเทศจีนในวที่การจัดประชุมการพัฒนาสีเขียวของมณฑลหูหนานและการจัดนิทรรศการ “เมืองฟองน้ำ” (Hunan Province Green Development Exhibition Sponge City Forum) ในสัญญาระบุว่าบริษัท Changsha Gaoxin District Park Company จะซื้อน้ำฝนจากบริษัท Hunan Yuchuang Environmental Protection Company ในราคา 20% ของราคาน้ำประปาเพื่อนำมาใช้ทำความสะอาดและจัดแต่งดูแลสวน บริษัท Hunan Yuchuang Environmental Protection Company ประกอบธุรกิจกักเก็บน้ำฝนเพื่อจำหน่ายตั้งแต่ปีพ.ศ. 2557 และในช่วง 6 ปีที่ผ่านมาได้นำน้ำฝนกลับมาใช้แล้ว 0.5 ล้านลบ.ม หรือ 2% ของปริมาณน้ำฝนรวม ซึ่งหมายความว่ายังมีศักยภาพอีกมากในการนำน้ำฝนกลับมาหมุนเวียนใช้ประโยชน์ใหม่

ข้อบังคับนี้กำหนดให้พื้นที่อยู่อาศัยต้องกักเก็บน้ำฝนทั้งหมดเอาไว้ใช้พื้นที่ใดไม่ลงทุนจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้น้ำฝนหรือใช้น้ำฝนน้อยกว่าเป้า จะถูกเรียกเก็บ “ค่าธรรมเนียมน้ำฝน” พื้นที่ใดที่ทำได้ดีเกินเป้าจะได้รับ “เครดิตน้ำฝน” ซึ่งนำไปขายต่อให้พื้นที่ที่ไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดได้

ในกรณีที่ผู้พัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์เป็นผู้ได้รับผลประโยชน์หลัก อาจมีเงื่อนไขเฉพาะเพื่อส่งเสริมให้เจ้าของโครงการลงทุนในมาตรการ NbS เช่น เพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินหากเจ้าของโครงการสัญญาว่าจะลงทุนในแนวทางธรรมชาติ เปรียบข้อบังคับเช่นนี้เปิดโอกาสให้มีการใช้แนวทางธรรมชาติแพร่หลายขึ้น กล่าวคือ อนุญาตให้เจ้าของที่ดินหรือเจ้าของโครงการอสังหาริมทรัพย์ซื้อ “เครดิต” บางส่วนจากการลงทุนด้านสิ่งแวดล้อม (green investments) หรือการลงทุนด้านน้ำ (blue investments) ตามแนวทางธรรมชาตินอกพื้นที่โครงการ (offsite NbS) เพื่อปฏิบัติตามสัญญา โดยคำนวณ “เครดิต” ตามปริมาณน้ำฝน (volume-based credits)

อย่างไรก็ตาม โครงการในลักษณะนี้จะสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อมีกรอบกฎหมายที่เข้มแข็ง มีการพัฒนาในท้องถิ่นมากพอที่จะผลักดันให้เกิดความต้องการ “เครดิต” ตามข้อบังคับ กำหนดวิธีปฏิบัติให้เหมาะสมกับเงื่อนไขในท้องถิ่น มีขอบเขตการดำเนินการที่ชัดเจน ตลอดจนมีหน่วยงานผู้กำกับดูแลที่มีความเป็นอิสระ

5.5 ระบบการเงินเพื่อสิ่งแวดล้อมที่กำลังขยายตัว

สวนเบญจกิติเป็นโครงการสาธิตที่มีความสำคัญ วิธีจัดหาเงินทุนให้กับโครงการ (financing) จึงสื่อถึงการให้ความสำคัญกับการเติบโตสีเขียว การพัฒนาระยะต่อไปของโครงการสวนเบญจกิติสวนลุมพินี และพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติในอนาคต อาจพิจารณาวิธีการจัดหาเงินทุนรูปแบบใหม่ๆ ร่วมด้วยก็ได้ เช่น การออกตราสารเพื่อสิ่งแวดล้อมหรือการจัดตั้งกองทุนหมุนเวียน

6. ข้อเสนอแนะและการดำเนินการขั้นต่อไป

ข้อเสนอแนะและการดำเนินการขั้นต่อไปที่ระบุต่อไปนี้ได้มาจากกรณีศึกษา กล่าวคือ วิสัยทัศน์จะเป็นจริงได้ต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่างๆ ทั้งระหว่างหน่วยงานภาครัฐเอง ได้แก่ หน่วยงานผู้รับผิดชอบโครงการ (กรุงเทพมหานคร) หน่วยงานกำหนดนโยบาย (สผ.) หน่วยงานวางแผนและกำหนดยุทธศาสตร์ (สศช. และ สทช.) ตลอดจนหน่วยงานสนับสนุนด้านการเงิน (กรมธนารักษ์) และระหว่างภาครัฐกับภาคเอกชนกลุ่มต่างๆ ในชุมชน ความร่วมมือดังกล่าวมีความจำเป็นทั้งต่อการดำเนินโครงการนาร่องในพื้นที่กรณีศึกษา และการขยายโครงการไปยังพื้นที่อื่นๆ ทั้งภายในและนอกกรุงเทพมหานคร

- **การศึกษาวิเคราะห์และสถิติเพิ่มเติม** การศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินระดับกลยุทธ์เบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ข้อมูลสำหรับการศึกษาเชิงลึกในขั้นต่อไป การดำเนินงานขั้นต่อไปควรมีการประเมินรายละเอียดต่างๆ สำหรับดำเนินโครงการนาร่องเพื่อสถิติแนวทางการใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำท่วม โดยในขั้นตอนดังกล่าวควรมีการศึกษาประเมินกระแสการไหลของน้ำฝนและคุณภาพน้ำด้วย ควรมีการริเริ่มโครงการนาร่องโดยใช้ทั้งแนวทางธรรมชาติขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ทั้งนี้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถและมั่นใจให้แก่ชุมชนและท้องถิ่น และจูงใจให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมลงทุนดำเนินการ
- **การวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุนในเชิงลึก** ผลการประเมินของกรณีศึกษาชี้ให้เห็นประโยชน์อย่างกว้างขวางของการใช้ NbS แบบผสมผสานในการบริหารจัดการน้ำท่วม มีการใช้เทคนิคหลายวิธีในการประมาณการต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ทั้งนี้ เพื่อใช้ข้อมูลที่มีอยู่ให้มากที่สุด และเพื่อสถิติเทคนิคการประเมินที่หลากหลายให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน อาทิเช่น:
 - การประมาณการผลประโยชน์ของหลังคาสีเขียวซึ่งเป็นมาตรการสำหรับพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ ใช้วิธีการประมาณการความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

ในขณะที่การประมาณการผลประโยชน์จากการพัฒนาปรับปรุงคลองไฟสิงห์โตใช้วิธีวิเคราะห์ผลกระทบของโครงการต่อมูลค่าทรัพย์สิน (อสังหาริมทรัพย์) นอกจากนี้มีการใช้เครื่องมือประเมินมูลค่าที่เรียกว่า INFFEWS Value Tool เพื่อนำผลการวิจัยของพื้นที่อื่นมาประยุกต์ใช้ในการประมาณการผลประโยชน์ในพื้นที่กรณีศึกษา นี้ ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity testing) แสดงให้เห็นว่าถึงแม้จะมีการปรับเปลี่ยนข้อสมมติเกี่ยวกับต้นทุนและผลประโยชน์การลงทุนใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการก็ยังคงมีความคุ้มค่า

- ควรมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญเพิ่มเติมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการประมาณการต้นทุนของการทำหลังคาสีเขียว (green roofs) เนื่องจากเป็น NbS ที่สำคัญสำหรับพื้นที่กรณีศึกษา นี้ และควรศึกษาความต้องการและประเมินความเต็มใจจ่ายของชุมชนเกี่ยวกับการลงทุนใช้ NbS แบบบูรณาการในการบริหารจัดการน้ำท่วมด้วย โดยอาจใช้วิธีการประเมินความพึงพอใจ (revealed or stated preference method) การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียดยิ่งขึ้นนอกจากจะทำให้มีความมั่นใจในการเลือกมาตรการที่เหมาะสมแล้ว ยังเป็นการให้ข้อมูลสำหรับการส่งเสริมสนับสนุนการขยายโครงการลักษณะเดียวกันนี้ไปยังพื้นที่อื่นๆ ของกรุงเทพมหานครและประเทศไทยด้วย
- การติดตามประเมินผลการใช้แนวทางธรรมชาติในการบริหารจัดการน้ำ NbS เป็นเครื่องมือหลักที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์จากการใช้แนวทางบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน เพราะฉะนั้นจึงควรติดตามและประเมินผลประโยชน์ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของ NbS อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ และเพื่อประโยชน์สำหรับการขยายโครงการต่อไป ทั้งนี้ อาจส่งเสริมให้ชุมชนและประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมดำเนินการ
- การปฏิรูปนโยบายและกฎระเบียบ ในปัจจุบันกฎระเบียบบางส่วนยังเป็นอุปสรรคต่อการใช้แนวทางธรรมชาติหรือการขยายโครงการที่ใช้แนวทางธรรมชาติในกรุงเทพมหานคร เช่น มีข้อบัญญัติที่ไม่อนุญาตให้เชื่อมต่อท่อระบายน้ำของเอกชนเข้ากับระบบการระบายน้ำของกรุงเทพมหานคร และมีข้อกำหนดควบคุมการเปลี่ยนแปลงแบบการก่อสร้างถนนซึ่งเป็นข้อจำกัดในการติดตั้งหลังคาสีเขียว กระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน และร่องน้ำปลูกพืช
 - ควรมีการปรับปรุงแก้ไขกฎหมาย/กฎระเบียบบางส่วนเพื่อให้สามารถใช้มาตรการ NbS ในย่านกลางเมืองได้ การเสนอแก้ไขกฎหมายดังกล่าวอาจอ้างอิงกับยุทธศาสตร์ของชาติ เช่น นโยบายไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งกำหนดให้การพัฒนานวัตกรรม เมืองน่าอยู่

และความสามารถในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นนโยบายที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากนี้ยังอาจเสนอแก้ไขข้อบัญญัติหรือกฎระเบียบในระดับท้องถิ่นโดยอ้างอิงยุทธศาสตร์ของกรุงเทพมหานคร เช่น แผนแม่บทกรุงเทพมหานครว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเน้นประเด็นที่สำคัญ 2 ด้าน ได้แก่ การวางผังเมืองสีเขียวและการวางแผนรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

- กทม.กำลังร่างผังเมืองรวม (Bangkok City Plan) ฉบับใหม่ ซึ่งมีการนำมาตรการ FAR bonus จำนวน 8 มาตรการมาใช้ (เพิ่มขึ้นจากเดิมที่มี 5 มาตรการ) มาตรการหนึ่งที่อาจสนับสนุนการใช้ NbS คือการจัดพื้นที่สาธารณะหรือสวนสาธารณะตามแหล่งน้ำสาธารณะ ร่างผังเมืองรวมดังกล่าวยังไม่ผลบังคับใช้
- การประสานความร่วมมือภายใต้วิสัยทัศน์เดียวกัน ข้อสรุปสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน (BCA) ซึ่งให้เห็นว่าการใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) เกิดประโยชน์ต่อสาธารณะอย่างกว้างขวาง ดังนั้น นอกจากการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐแล้ว หน่วยงานผู้รับผิดชอบโครงการควรร่วมมือกับภาคเอกชนและกลุ่มชุมชนเพื่อขับเคลื่อนการใช้ NbS แบบแบบผสมผสาน โดยอาศัยวิสัยทัศน์ร่วมกันเกี่ยวกับการพัฒนากรุงเทพมหานครให้เป็นเมืองสีเขียวที่มั่นคงและพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กลยุทธ์ส่งเสริมการมีส่วนร่วมอาจใช้ประโยชน์จากนโยบายความรับผิดชอบต่อสังคมของบริษัท (CSR) และการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR bonus) นอกจากนี้ควรประสานความร่วมมือกับโรงเรียน ชุมชน และองค์กรพัฒนาภาคเอกชน (NGOs) ด้วย นอกเหนือจากนี้อีกช่องทางหนึ่งในการกระตุ้นการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนคือการใช้มาตรการลดภาษีหรือคืนภาษีให้แก่ผู้ลงทุนใช้ NbS
- การสนับสนุนให้ดำเนินโครงการ NbS แบบบูรณาการทั่วทั้งย่าน กรณีศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงมูลค่าที่เพิ่มขึ้นจากการเชื่อมโยงการใช้ NbS แบบบูรณาการทั่วทั้งย่าน สวนสาธารณะแห่งเดียวหรือกระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝนอันเดียวไม่สามารถให้ประโยชน์ได้เท่ากับการเชื่อมโยงการใช้ NbS ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่เป็นเครือข่ายทั่วทั้งย่าน แม้ว่าในการประมาณการผลประโยชน์ของกรณีศึกษานี้จะเป็นการประเมินมูลค่าของผลประโยชน์ของ NbS รายมาตรการ แต่ก็มีความเป็นไปได้สูงว่าจะมีผลประโยชน์เหลื่อมกันอยู่

และชุดมาตรการที่บูรณาการเข้าด้วยกันอย่างดีจะให้ผลประโยชน์รวมทั้งหมดสูงกว่ามาตรการเดี่ยว

ผลประโยชน์นี้จะยิ่งเพิ่มทวีคูณเมื่อมีการวางแผนเชื่อมโยงแนวทางธรรมชาติเข้ากับโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ (เช่น การระบายน้ำเสีย ระบบระบายน้ำ ถนน และโครงการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในเมือง)

- **การแยกน้ำฝนออกจากน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง**
ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นประโยชน์ของการแยกน้ำเสียออกจากน้ำฝนและการนำน้ำฝนมาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นผลประโยชน์ระยะยาวของการแยกระบบท่อน้ำฝนและท่อน้ำเสียด้วยในระยะสั้นและระยะปานกลางควรใช้ NbS เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ ชะลอการไหลของน้ำ นำน้ำมาใช้ประโยชน์ รวมถึงการแยกระบบระบายน้ำอย่างมีแบบแผน (ดังที่มีการระบุไว้ในรายงานฉบับนี้) หลังจากนั้นในระยะยาวควรมีการบำรุงรักษาสร้างใหม่แทนที่ รวมถึงปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นอยู่เสมอ ควรมีการศึกษาวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อสร้างแผนที่และระบุจำนวน NbS ที่เหมาะสมทั่วทั้งพื้นที่กรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ ผลจากการศึกษาประเมินกรณีศึกษาและกรณีศึกษาอื่นๆ แสดงให้เห็นว่ามีความคุ้มค่าของการใช้ NbS ในการบริหารจัดการน้ำ
- **การดำเนินการอย่างต่อเนื่อง และการสร้างตัวอย่างความสำเร็จภายในประเทศ**
กรณีศึกษาที่มีการยกตัวอย่าง NbS ที่มีการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพในต่างประเทศ เช่น จีน และ ออสเตรเลีย อย่างไรก็ตาม ในกรุงเทพมหานครก็มีตัวอย่างนวัตกรรมมากมายที่แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของการปรับใช้แนวทางธรรมชาติตลอดจนระบบบริการเมืองอัจฉริยะ (smart city solutions) เช่น โครงการอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการเมืองเดินได้เมืองเดินดี (GoodWalk Initiative) เป็นต้น ดังนั้น ความร่วมมือและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องจากโครงการเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการใช้ NbS แบบบูรณาการในการบริหารจัดการน้ำในอนาคต รวมทั้งขยายโครงการให้กว้างขวางต่อไป

ภาคผนวก 1: องค์ประกอบของต้นทุนและข้อสมมติ

พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ	ข้อสมมติ
การก่อสร้างหลังคาสีเขียว	พื้นที่ที่สามารถใช้สร้างหลังคาสีเขียว = 68,126 ตร.ม (จากข้อมูล GIS และการสำรวจ) ต้นทุนต่อหน่วย = 100-300 หยวน/ตร.ม, ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วย = $(100+300)/2 = 200$ หยวน/ตร.ม อัตราแลกเปลี่ยน = 4.7693 บาท/หยวน (การก่อสร้างแบ่งเป็น 5 ระยะ)
การบำรุงรักษาหลังคาสีเขียว	พื้นที่ที่สามารถใช้สร้างหลังคาสีเขียว = 68,126 ตร.ม. ค่าบำรุงรักษาหลังคาเขียวต่อหน่วย = 15-60 หยวน/ตร.ม/ปี, ต้นทุนค่าใช้จ่ายเฉลี่ย = $(15+60)/2 = 45$ หยวน/ตร.ม/ปี อัตราแลกเปลี่ยน = 4.7693 บาท/หยวน
กระถางต้นไม้ชำน้ำฝน	กระถางปลูกต้นไม้รับน้ำฝน = 20 หน่วย, ราคา = 93,280 หยวน/หน่วย อัตราแลกเปลี่ยน = 4.7693 บาท/หยวน.
การติดตั้งกระถางต้นไม้ชำน้ำฝน	กระถางต้นไม้ชำน้ำฝน = 20 หน่วย ต้นทุนก่อสร้างต่อหน่วย = 5,000 บาท/หน่วย
การบำรุงรักษากระถางต้นไม้ชำน้ำฝน	กระถางต้นไม้ชำน้ำฝน = 20 หน่วย ค่าบำรุงรักษา = 466.4 หยวน/หน่วย/ปี อัตราแลกเปลี่ยน = 4.7693 บาท/หยวน
การก่อสร้างร่องน้ำปลูกพืช/หลุมปลูกต้นไม้	พื้นที่ร่องน้ำปลูกพืช/หลุมปลูกต้นไม้ = 27,000 ตร.ม ต้นทุนก่อสร้าง = 60-450 หยวน/ตร.ม ต้นทุนก่อสร้างเฉลี่ย = $(60+450)/2 = 225$ หยวน/ตร.ม อัตราแลกเปลี่ยน = 4.7693 บาท/หยวน
การติดตั้งร่องน้ำปลูกพืช/หลุมปลูกต้นไม้	พื้นที่ร่องน้ำปลูกพืช/หลุมปลูกต้นไม้ = 27,000 ตร.ม ต้นทุนค่าติดตั้ง = 100 บาท/ตร.ม
การบำรุงรักษา	พื้นที่ร่องน้ำปลูกพืช/หลุมปลูกต้นไม้ = 27,000 ตร.ม ค่าบำรุงรักษาร่องน้ำปลูกพืช/หลุมปลูกต้นไม้ = 4-8 หยวน/ตร.ม/ปี อัตราแลกเปลี่ยน = 4.7693 บาท/หยวน

คลองไผ่สิงห์โต	ข้อสมมติ
การก่อสร้างสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบ บนผิวน้ำ (subsurface wetland)	ต้นทุนสวนชุ่มน้ำ ณ ปีพ.ศ. 2551 (2009) = 87,850 บาท (ความยาว 50 เมตร) ต่อหน่วย, อัตราเงินเฟ้อ = 3% สวนชุ่มน้ำ 4 แห่ง ค่าตกแต่งริมตลิ่ง = 200,000 บาท
การบำรุงรักษาสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แ บบบนผิวน้ำ (subsurface wetland)	15% ของต้นทุนก่อสร้าง
การก่อสร้างสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แบบ ที่อยู่บนพื้นดิน (surface wetland)	ต้นทุนสวนชุ่มน้ำ ณ ปี 2551 (2009) = 87,850 บาท (ความยาว 50 เมตร) ต่อหน่วย, อัตราเงินเฟ้อ = 3% สวนชุ่มน้ำ 4 แห่ง ค่าตกแต่งริมตลิ่ง = 200,000 บาท
การบำรุงรักษาสวนชุ่มน้ำหรือบึงประดิษฐ์แ บบที่อยู่บนพื้นดิน (surface wetland)	15% ของต้นทุนก่อสร้าง

พื้นที่ป่าในเมือง (ป่าบก)	ข้อสมมติ
การปรับปรุงป่าบก	พื้นที่ป่าบก $70 \times 270 = 18,900$ ตร.ม. ปลูกต้นไม้เพิ่มในพื้นที่ป่าบก $(30 \times 270) \div (3 \times 3) = 900$ ต้น $\times$ 250 บาทต่อหน่วย
การบำรุงรักษาป่าบก	10% ของต้นทุนก่อสร้าง

ทะเลสาบในสวนเบญจกิติ	ข้อสมมติ
การปรับปรุงบึง	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงทะเลสาบ = 10,000,000 บาท
การก่อสร้างป่าโกงกาง (swamp forest)	พื้นที่ป่าโกงกาง (50X200) 10,000 ตร.ม ต้นไม้ในป่าโกงกาง 2,500 ต้น x 200 บาท/หน่วย
การบำรุงรักษาบึงและป่าโกงกาง	10% ของต้นทุนก่อสร้าง

การกักเก็บน้ำฝน	ข้อสมมติ
การก่อสร้างระบบกักเก็บน้ำฝน	พื้นที่ 289 ไร่ ต้นทุนค่าใช้จ่ายระบบท่อ 25,000 บาทต่อไร่ เครื่องสูบน้ำ = 500,000 บาท
การบำรุงรักษาระบบกักเก็บน้ำฝน	10% ของต้นทุนก่อสร้าง
การบริหารจัดระบบกักเก็บน้ำฝน	5,000 บาท/เดือน x 12 เดือน

ภาคผนวก 2: องค์ประกอบของผลประโยชน์และข้อสมมติ

พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ	ข้อสมมติ
การทำความสะอาดพื้นที่ในบ้าน หลังน้ำท่วม	พื้นที่ทั้งหมด = 675,000 ตร.ม, 0.47 ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นบ้านพักอาศัย, 0.85 ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ภายในอาคาร (30% ของพื้นที่ในอาคารถูกน้ำท่วม) ค่าทำความสะอาดภายในอาคาร = 0.54545 บาท/ตร.ม/วัน น้ำท่วมประมาณ 60 ครั้ง/ปี เมื่อใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) จำนวนครั้งของฝนตกที่น้ำไม่ท่วมชั้น 1 ของบ้าน = 10 ครั้ง/ปี
การทำความสะอาดพื้นที่นอกบ้าน หลังน้ำท่วม	พื้นที่ทั้งหมด = 675,000 ตร.ม, 0.47 ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นบ้านพักอาศัย, 0.15 ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่นอกอาคาร (100% ของพื้นที่นอกอาคารถูกน้ำท่วม) ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดนอกอาคาร = 0.02273 บาท/ตร.ม/วัน น้ำท่วมประมาณ 60 ครั้ง/ปี เมื่อใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) จำนวนครั้งของฝนตกที่น้ำไม่ท่วมพื้นที่นอกอาคาร = 30 ครั้ง/ปี
ค่าไฟฟ้าที่ผู้อยู่อาศัยประหยัด	เมื่อใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) อุณหภูมิอากาศลดลง 0.16 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ลดลง 1 องศาเซลเซียส = ประหยัดไฟฟ้าได้ 5% เครื่องปรับอากาศ 12,000 บีทียู/ชม. 1130 วัตต์, 1.13 วัตต์/ชม x 8 ชม/วัน = 203.4 หน่วย/เดือน = 752.55 บาท/เดือน
เวลาที่ผู้อยู่อาศัยประหยัด	พื้นที่ทั้งหมด = 675,000 ตร.ม, 0.47 ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นบ้านพักอาศัย, พื้นที่ใช้สอยต่อบ้าน 1 หลัง = 100 ตร.ม จำนวนบ้าน = 14,362 หลัง มีคนทำงาน 3 คน/บ้าน 1 หลัง เมื่อใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) น้ำท่วมลดลงเป็นเวลา 1 ชั่วโมง รายได้ต่อชั่วโมง = 94.28 บาท น้ำท่วมประมาณ 60 ครั้ง/ปี
จำนวนวันเข้าพักรักษาที่เพิ่มขึ้น	พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติมี 7 ซอย หากตั้งข้อสมมติว่าโรงแรม 5 แห่งในแต่ละซอยมีแขกเข้าพักเพิ่มขึ้น 10 คน/วัน 30 วัน/เดือน 12 เดือน/ปี คิดผลประโยชน์จากการใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) = 70% อัตราการบริโภคต่อหัว = 1,000 บาท

พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ	ข้อสมมติ
ค่าทำความสะอาดหลังน้ำท่วมที่ลดลงของ โรงแรม/ร้านอาหาร	พื้นที่ทั้งหมด = 675,000 ตร.ม, 0.25 ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นโรงแรมและร้านอาหาร, 0.95 ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในอาคาร, 0.05 ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่นอกอาคาร ค่าทำความสะอาดนอกอาคาร = 0.02273 บาท/ตร.ม/วัน จำนวนครั้งที่เกิดน้ำท่วม = 60 ครั้ง/ปี จำนวนครั้งของน้ำท่วมที่ลดลง = 30 ครั้ง/ปี
จำนวนลูกค้าที่เพิ่มขึ้นของร้านค้า/แผงขายสินค้า	ลูกค้าเพิ่มขึ้นเพราะน้ำท่วมน้อยลง พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติมี 7 ซอย หากตั้งข้อสมมติว่าแต่ละซอยมี 50 ร้าน แต่ละร้านมีรายได้ 600 บาท/ชม. รายได้สุทธิ = 40% จำนวนครั้งของน้ำท่วม = 60 ครั้ง/ปี จำนวนครั้งของน้ำท่วมที่ลดลงเป็นเวลา 1 ชม./ฝนตกแต่ละครั้ง = 30 ครั้ง/ปี จำนวนครั้งของน้ำท่วมที่ลดลงเป็นเวลา 30 นาที = 21 ครั้ง/ปี
ค่าทำความสะอาดหลังน้ำท่วมที่ลดลงของ ร้านค้า/แผงขายสินค้า	พื้นที่ทั้งหมด = 675,000 ตร.ม, 0.25 ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นร้านค้า, 0.95 ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในอาคาร, 0.05 ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่นอกอาคาร ค่าทำความสะอาดภายในอาคาร = 0.54545 บาท/ตร.ม/วัน ค่าทำความสะอาดนอกอาคาร = 0.02273 บาท/ตร.ม/วัน ชั้น 1 ของโรงแรมและร้านอาหารมักอยู่สูงกว่าระดับน้ำท่วม ดังนั้น จึงไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการทำความสะอาดภายในอาคาร จำนวนครั้งที่เกิดน้ำท่วม = 60 ครั้ง/ปี จำนวนครั้งของน้ำท่วมที่ลดลง = 30 ครั้ง/ปี
การบรรเทาน้ำท่วมที่ปลายน้ำ	ค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายเพื่อป้องกันน้ำท่วม = $(1,500+2056)/2 = 1,778$ บาท/ครัวเรือน/ปี (กรุงเทพ=1,500 บาท/ครัวเรือน/ปี, ลุ่มน้ำเจ้าพระยา = 2,056 บาท/ครัวเรือน/ปี) พื้นที่น้ำท่วมถึง = 1.5 กม. x 0.4 กม. = 0.6 ตร.ม (ถนนสุขุมวิทอยู่ห่างจากพื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ 1.5 กม พื้นที่ด้านเหนือของถนนสุขุมวิท = 0.2 กม, พื้นที่ด้านใต้ของถนนสุขุมวิท = 0.2 กม) จำนวนครัวเรือนต่อตารางกิโลเมตร = 5,751.96 หลัง (คำนวณจากพื้นที่เขตคลองเตยหารด้วยจำนวนครัวเรือน) น้ำท่วม 60 ครั้งต่อปี น้ำท่วมลดลง = 0.25 ชั่วโมง/น้ำท่วม 1 ครั้ง

พื้นที่ด้านเหนือของสวนเบญจกิติ	ข้อสมมติ
ต้นทุนการเดินทางลดลง	หากไม่มีการใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) การเดินทางล่าช้าเพราะน้ำท่วม 0.4 ชั่วโมงต่อฝนตก 1 ครั้ง หากใช้แนวทางธรรมชาติ ความล่าช้าเท่ากับ 0.1 ชั่วโมงต่อฝนตก 1 ครั้ง รายได้ต่อชั่วโมงของผู้เดินทาง = 94.28 บาท จำนวนรถบนถนนสุขุมวิท = 4,000 คัน จำนวนผู้โดยสารต่อรถ 1 คัน = 5 จำนวนฝนตกและมีน้ำท่วมขัง 20-50 ซม. = 48.6 ต้นทุนการเดินทางลดลง = $(0.4-0.1) \times 94.28 \times 4000 \times 5 \times 48.6$ บาท/ปี ยังไม่รวมการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) ค่ารักษาพยาบาลที่ลดลง เงินที่ประหยัดได้จากค่าพลังงาน/เชื้อเพลิง
ต้นทุนการซ่อมรถจากเหตุน้ำท่วมลดลง	รถ 4,000 คันบนถนนสุขุมวิท รถคันเดิมมักประสบเหตุน้ำท่วม ต้นทุนการซ่อมรถที่ลดลง = 1,800 บาท/ปีเพราะน้ำท่วมน้อยลง
การทำความสะอาดของกรุงเทพมหานคร หลังเหตุการณ์น้ำท่วม	พื้นที่ทั้งหมด = 675,000 ตร.ม, 0.03 ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นของกรุงเทพมหานคร ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดนอกอาคาร = 0.02273 บาท/ตร.ม/วัน จำนวนน้ำท่วม = 60 ครั้ง/ปี เมื่อใช้แนวทางธรรมชาติ จำนวนครั้งของน้ำท่วมที่ลดลง = 30 ครั้ง/ปี
การบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานครที่ ลดลง	พื้นที่ทั้งหมดของเขต = 675,000 ตร.ม, น้ำฝนในเขตคลองเตย = 1,600 มม./ปี ปริมาณน้ำฝน = $(675,000 \text{ ตร.ม} \times 1,600 \text{ มม./ปี} / 1,000) = 1,080,000 \text{ ลบ.ม}$ น้ำฝนที่ลดลงจากการใช้แนวทางธรรมชาติ (ตามรายงาน สถาบัน IHT Delft) = 30.745%. คิดผลประโยชน์จากการใช้แนวทางธรรมชาติ (NbS) = 60% ค่าบำบัดน้ำเสีย = 25 บาท/ลบ.ม

คลองไฟสิงห์โต	ข้อสมมติ
คุณภาพน้ำในคลองดีขึ้น	มูลค่าอสังหาริมทรัพย์เมื่อมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ (รายงาน ID 19) การปรับปรุงคุณภาพน้ำจากน้ำเสียที่ไม่ใช่สำหรับการนันทนาการ (polluted non-recreational water) (เกรด V หรือต่ำกว่า) เป็นน้ำเพื่อการนันทนาการที่ไม่สัมผัสกับร่างกาย (non-body contact recreational water) (เกรด IV) เพิ่มมูลค่าอสังหาริมทรัพย์ (ทรัพย์สินภายในระยะทาง 500 เมตรจากคลอง) = 0.9%. พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ = 400,000 ตร.ม ราคาที่ดิน ณ ปีพ.ศ. 2560 = 375,000 บาทต่อตร.ม ประเมินการราคาปัจจุบัน = 375,000 บาท $\times (1.03)^4 = 422,066$ บาทต่อตร.ม หากมีข้อสมมติว่าราคาอสังหาริมทรัพย์ = ราคาที่ดิน+ราคาอาคาร = 422,066 บาทต่อตร.ม + 8,200 บาทต่อตร.ม = 430,066 บาทต่อตร.ม
สิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณคลอง (Resident Canal amenity)	มูลค่าอสังหาริมทรัพย์เมื่อมีการฟื้นฟูคลอง/ทะเลสาบ (รายงาน ID 19) การฟื้นฟูคลอง/บึง (รวมการปลูกพืชบนตลิ่งริมคลอง/การปลูกพืชริมบึงและการปรับปรุงคุณภาพน้ำ) สามารถเพิ่มมูลค่าอสังหาริมทรัพย์ (ทรัพย์สินภายในระยะทาง 500 เมตรจากคลอง) = 4.61% พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ = 400,000 ตร.ม ค่าที่ดิน ณ ปีพ.ศ. 2560 = 375,000 บาทต่อตร.ม ประเมินการราคาปัจจุบัน = 375,000 บาท $\times (1.03)^4 = 422,066$ บาทต่อตร.ม หากมีข้อสมมติว่าราคาอสังหาริมทรัพย์ = ราคาที่ดิน+ราคาอาคาร = 422,066 บาทต่อตร.ม + 8,000 บาทต่อตร.ม = 430,066 บาทต่อตร.ม

ป่าในเมือง (ป่าบก) และทะเลสาบ	ข้อสมมติ
การพักผ่อนหย่อนใจของผู้ใช้บริการ	ส่วนเกินผู้บริโภค (consumer surplus) ของผู้ให้บริการทะเลสาบในสวนเบญจกิติในการจำลองสถานการณ์ (scenario) ที่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำและสิ่งอำนวยความสะดวก จำนวนผู้ให้บริการเฉลี่ย 2,663 คนต่อวัน x {240 วันแดดออก + 0.5x(125 วันฝนตก)} = การใช้บริการ 805,557 ครั้งต่อปี, 90% เป็นผู้พักอาศัยในพื้นที่การศึกษาและ 10% เป็นนักท่องเที่ยว การประมาณการผลประโยชน์คิดเฉพาะผลประโยชน์ที่ผู้ให้บริการได้รับเท่านั้น เพราะผลประโยชน์ที่ผู้อยู่อาศัยได้รับรวมอยู่ในมูลค่าทรัพย์สินที่เพิ่มขึ้นแล้ว ทั้งนี้ผลประโยชน์ที่เกิดจากการปรับปรุงพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจของกรณีศึกษาเท่ากับ 20% ผลประโยชน์ต่อการใช้บริการ 1 ครั้ง เท่ากับ 50 บาท (ประมาณการจากค่าเข้าชมทั่วไปซึ่งมีอัตราสูงสุดไม่เกิน 40 บาท) ตัวเลขนี้คิดแบบอนุรักษ์นิยม การศึกษาที่อื่นเคยชี้ว่าผลประโยชน์อาจสูงถึง 2,000 บาท

การเก็บกักน้ำฝนเพื่อหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์	
การเก็บกักน้ำฝนและนำมาใช้ประโยชน์	ขนาดทะเลสาบ 13.2 เฮกตาร์ = 132,000 ตร.ม ปริมาณน้ำที่กักเก็บ = 132,000 ตร.ม x 1 ม = 132,000 ลบ.ม ต่อรอบ หากคิดว่าการกักเก็บน้ำ 3 รอบต่อปี ปริมาณน้ำที่กักเก็บ = 396,000 ลบ.ม ต่อปี ราคาน้ำดิบ 9.9 บาทต่อลบ.ม พื้นที่สวนสาธารณะ (ไม่รวมพื้นที่อาคารและทะเลสาบ) = 325 ไร่, 1 ไร่ = 1,600 ตร.ม พื้นที่สวนสาธารณะ = 325 x 1600 = 520,000 ตร.ม ความต้องการน้ำต่อไร่ (ต่อ 1,600 ตร.ม) = 1,000 มม.-2,000 มม. ต่อปี (เฉลี่ย = 1,500 มม.ต่อปี) ปริมาณความต้องการน้ำต่ำสุด = 352 ไร่ x 1,600 ตร.ม x 1 ม = 520,000 ลบ.ม ค่าเฉลี่ย = 325 ไร่ x 1,600 ตร.ม x 1.5 ม = 780,000 ลบ.ม ต่อปี ปริมาณความต้องการน้ำสูงสุด = 352 ไร่ x 1,600 ตร.ม x 2 ม = 1,040,000 ลบ.ม ต่อปี