ภาคผนวก 2

กรณีศึกษาโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่าและการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

ข้อจำกัด: มุมมองของผู้เขียนที่แสดงในเอกสารนี้อ้างอิงจากข้อมูลที่ดีที่สุดที่มีให้โดยผู้ถือประโยชน์ร่วม และไม่จำเป็นต้องสะท้อนมุมมองของหน่วยงานเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) หรือรัฐบาลสหรัฐอเมริกา รายงานฉบับภาษาอังกฤษเป็นรายงานฉบับที่เป็นทางการ รายงานฉบับแปลขอได้ตามคำร้อง

เนื้อหา

คำย่อ 1

บทนำ 3

วิธีการ 4

กรณีศึกษา 5

กรณีศึกษาที่ 1 เส้นทางรถไฟสาย CHITTAGONG – COX'S BAZAR (บังกลาเทศ) 5

ข้อมูลพื้นฐาน 5

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย 5

การดำเนินการปกป้อง และผลที่ได้ 9

บทเรียนที่ได้รับ 10

ข้อมูลการติดต่อ 11

กรณีศึกษาที่ 2 ถนน: ทางหลวงแผ่นดินสายใต้-ตะวันออก-ตะวันตก (ภูฏาน) 12

ข้อมูลพื้นฐาน 12

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย 12

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้ 14

บทเรียนที่ได้รับ 16

ข้อมูลการติดต่อ 16

กรณีศึกษาที่ 3 สายไฟฟ้า: ภูมิประเทศที่ได้รับอนุรักษ์โตนเลสาบ (กัมพูชา) 17

ข้อมูลพื้นฐาน 17

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย 17

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้ 18

บทเรียนที่ได้รับ 20

ข้อมูลการติดต่อ 20

กรณีศึกษาที่ 4 เส้นทางรถไฟ: เมือง QINGHAI ระหว่าง HOH-XIL และ SANJIANGYUAN (จีน) 21

ข้อมูลพื้นฐาน 21

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย 21

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้ 23

บทเรียนที่ได้รับ 25

ข้อมูลการติดต่อ 25

กรณีศึกษาที่ 5 ถนน: ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก, NARAYANGHAT-BUTWAL (เนปาล) 26

ข้อมูลพื้นฐาน 26

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย 26

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้ 30

บทเรียนที่ได้รับ 31

ข้อมูลการติดต่อ 32

กรณีศึกษาที่ 6 เส้นทางรถไฟ: เส้นทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก (เนปาล) 33

ข้อมูลพื้นฐาน 33

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย 33

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้ 36

บทเรียนที่ได้รับ 36
ข้อมูลการติดต่อ 37
กรณีศึกษาที่ 7 เศรษฐศาสตร์: สายไฟฟ้า: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟาก เกาะชวา - เกาะบาหลี แรงดัน 500 กิโลโวลต์ (อินโดนีเซีย) 38
ข้อมูลพื้นฐาน 38
บทนำสู่โครงการและเครื่องมือทางเศรษฐกิจ 38
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 41
บทเรียนที่ได้รับ 43
ข้อมูลการติดต่อ 43
กรณีศึกษาที่ 8 เศรษฐศาสตร์: ถนน: ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก (มาเลเซีย) 44
ข้อมูลพื้นฐาน 44
บทนำสู่โครงการและเครื่องมือทางเศรษฐกิจ 44
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 45
บทเรียนที่ได้รับ 47
ข้อมูลการติดต่อ 47
การวิเคราะห์เปรียบเทียบ 48
การค้นพบที่สำคัญ 49
คำแนะนำ 51
กิตติกรรมประกาศ 52
แหล่งอ้างอิง 53

ภาพ

ภาพที่ 1 แสดงแผนที่ของประเภท และตำแหน่งที่ตั้งของกรณีศึกษา 4

ภาพที่ 2 แสดงแผนที่การวางแนวเส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar เทียบกับตำแหน่งของพื้นที่คุ้มครอง 3 แห่ง ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Chunati เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Fasiakhali และอุทยานแห่งชาติ Medhkachhapia 6

ภาพที่ 3 แสดงภาพผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมจากธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ร่วมปลูกต้นไม้ในโครงการปลูกต้นไม้ในอุทยานแห่งชาติ Medhkachapia เครดิตแก่ Asif Imran 8

ภาพที่ 4 แสดงการรอสร้างคานสำหรับทางลอดของสัตว์ป่า และจากนั้นจึงจะเจาะอุโมงค์ในโครงการเส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar ขนาดสุดท้าย: สูง 4.5 ม. ยาว 30 ม. เครดิตแก่ Asif Imran 9

ภาพที่ 5 แสดงการตรวจพบรอยเท้าช้าง ใกล้กับพื้นที่ก่อสร้างอุโมงค์สัตว์ป่า เครดิตแก่ Asif Imran 10

ภาพที่ 6 แสดงทีมภาคสนามตั้งค่ากล้องดักถ่าย เพื่อรวบรวมข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพพื้นฐานก่อนการก่อสร้างในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phipsoo ประเทศภูฏาน เครดิตแก่ Norris Dodd 14

ภาพที่ 7 แสดงทางลอดของสัตว์ป่าที่ออกแบบมาสำหรับทางเดินของช้าง โดยเฉพาะบนถนน NH2 (Raidak-Lhamoizingkha) เครดิตแก่ Karma Chogyel 15

ภาพที่ 8 แสดงช้างเดินลอดอุโมงค์สัตว์ป่าบนถนน NH2 ในภูฏาน เครดิตแก่ Norris Dodd 15

ภาพที่ 9 (ซ้าย): นกฟลอริแคนเบงกอล (Houbaropsis bengalensis blandini) เสียชีวิตจากการชนกันกับสายไฟฟ้าบนที่ราบลุ่มโตนเลสาบ ประเทศกัมพูชา เครดิตแก่ Simon Mahood 19

ภาพที่ 10 (ขวา): นกกระสาสี (Mycteria leucocephala) และนกสายพันธุ์อื่น ๆ ได้ปะทะกับสายไฟฟ้าใหม่บนที่ราบลุ่มโตนเลสาบ เครดิตแก่ Simon Mahood 19

ภาพที่ 11 แสดงที่ตั้งของแนวเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet และอุโมงค์ใต้ดิน Wubei พื้นที่ตกลูกในฤดูร้อนสำหรับละมั่งทิเบตตั้งอยู่ในเขตอนุรักษ์ธรรมชาติ Hoh-Xil (สีฟ้า) และสถานที่รับลมหนาวอยู่ในเขตอนุรักษ์ธรรมชาติ Sanjiangyuan (สีเหลือง) ในอีกด้านหนึ่งของเส้นทางรถไฟ เครดิตแก่ Wenjing X 22

ภาพที่ 12 แสดงละมั่งทิเบตบริเวณเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet ละมั่งทิเบตอพยพไปมาระหว่างพื้นที่ในการตกลูก และสถานที่รับลมหนาว การย้ายถิ่นของพวกมันมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการสืบพันธุ์ และการหยุดชะงักของการย้ายถิ่นส่งผลเสียโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเดินทางกลับเมื่อตัวเมียที่ให้นมต้องอพยพ เพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานและเลี้ยงดูลูกของพวกมัน เครดิตแก่ Wenjing X 22

ภาพที่ 13 แสดงเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet ในภาคกลางของจีน การอพยพทางไกลของละมั่งทิเบต ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet โครงสร้างทางแยกหลัก 4 แห่งถูกสร้างขึ้นสำหรับพื้นที่ Hoh-Xil รวมถึงอุโมงค์ Wubei เครดิตแก่ Wenjing X 24

ภาพที่ 14 แสดงอุโมงค์ใต้ดิน Wubei ช่วยให้ละมั่งทิเบตเดินลอดใต้รางรถไฟได้ อุโมงค์ทางลอด 4 ช่องเป็นวิธีเดียวที่ละมั่งทิเบตที่จะข้ามทางรถไฟ เนื่องจากทางรถไฟทั้งหมดมีรั้วกั้นอยู่ จากอุโมงค์ใต้ดิน 4 แห่งนั้น ละมั่งทิเบตมีการใช้อุโมงค์ Wubei มากที่สุด เครดิตแก่ Wenjing X 24

ภาพที่ 15 แสดงความยาวของทางหลวง Narayanghat-Butwal (NB) และที่ตั้งของผืนป่าที่มีการเฝ้าระวังก่อนการก่อสร้าง เขตป้องกันของอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) บนพรมแดนด้านเหนือของอุทยาน และผืนป่าที่อยู่ติดกันเชื่อมโยงอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) กับเทือกเขา Mahabharat อ้างอิงจาก Karki ปี 2020 27

ภาพที่ 16 : ถนนสองเลนที่มีอยู่ระหว่าง Narayanghat และ Butwal (NB) เครดิตแก่ Anthony P. Clevenger. 27

ภาพที่ 17 แสดงตัวแทนจากองค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID), กระทรวงการคลังสหรัฐฯ, กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล และหรือกองทุนอนุรักษ์สัตว์ป่าแห่งอินเดีย ระหว่างการตรวจสอบภาคสนามของการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ได้แนะนำพื้นที่ทางผ่านของสัตว์ป่าบนถนน Narayanghat-Butwal ในเดือนมิถุนายน 2019 เครดิตแก่ กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล 29

ภาพที่ 18 แสดงการก่อสร้างเริ่มขึ้นจากการกำจัดพืชพรรณบนทางขวาของทางบนถนน 2 เลนระหว่าง Narayanghat และ Butwal (NB) เครดิตแก่ Anthony P. Clevenger. 30

ภาพที่ 19 แสดงสะพานที่มีทางลอดคู่ขนานที่มีอยู่ในปัจจุบันมีศักยภาพเป็นทางผ่านของสัตว์ป่าอย่างจำกัด โครงสร้างนี้มีการวางแผนเพื่อแทนที่ด้วยสะพานรองช่วงเดียวสูง 6 ม. และกว้าง 16 ม. เครดิตแก่ Anthony P Clevenger 31

ภาพที่ 20 แสดงแนวเส้นทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตกที่เสนอในพื้นที่อุทยาน Chitwan-Parsa ก่อนหน้านี้ส่วนทางรถไฟนี้มีการวางแผนผ่านอุทยานแห่งชาติ Chitwan (สายสีม่วง) แต่ต่อมาได้ปรับแนว (สายสีแดง) ห่างจากอุทยานตามการจัดแนวทางหลวงมเฮนดรา ที่อยู่ติดกันจากเมือง Hetauda ไปยัง Chitwan ส่วนที่ปรับเปลี่ยนใหม่นี้อยู่ภายใต้ขั้นตอนการเตรียมรายงานโครงการอย่างละเอียด เครดิตแก่ กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล 34

ภาพที่ 21 แสดง ก (A) เขื่อนที่สร้างจากรางรถไฟตามที่เห็นในส่วน Bardibas ของรถไฟไฟฟ้า Mechi Mahakali ข (B) ท่อระบายน้ำที่ออกแบบและติดตั้งเพื่อวัตถุประสงค์ทางอุทกวิทยา เครดิตแก่ Pramod Neupane, กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล.....36
ภาพที่ 22 แสดงตำแหน่ง และคำอธิบายของส่วนประกอบ 1 ถึง 6 ของโครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ แหล่งที่มา: ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) อินโดนีเซีย: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟากแรงดัน 500 กิโลโวลต์ เกาะชวา - เกาะบาหลี รายงานสมบูรณ์ กุมภาพันธ์ 2021.....39
ภาพที่ 23 แสดงตำแหน่ง และคำอธิบายของส่วนประกอบ 7 โครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ แหล่งที่มา: ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) อินโดนีเซีย: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟากแรงดัน 500 กิโลโวลต์ เกาะชวา - เกาะบาหลี รายงานสมบูรณ์ กุมภาพันธ์ 2021.....40
ภาพที่ 24 แสดงสายไฟฟ้าตามแนวอุทยานแห่งชาติ Baluran ในเกาะชวาตะวันออก และอุทยานแห่งชาติ Bali Barat ในเกาะบาหลี แหล่งที่มา: ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) อินโดนีเซีย: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟากเกาะชวา - เกาะบาหลี แรงดัน 500 กิโลโวลต์ รายงานสมบูรณ์ กุมภาพันธ์ 2021.....42
ภาพที่ 25 แสดงแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และที่ตั้งของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 ที่มา: กรมผังเมือง CFS I: แผนแม่บทสำหรับการเชื่อมโยงทางนิเวศวิทยา รายงานครั้งสุดท้าย ปี 2009 44
ภาพที่ 26 แสดงที่ตั้ง และคำอธิบายการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการในเขตป่าสงวน Temenggor – ทางเดินในอุทยาน Royal Belum ที่มา: กรมผังเมือง CFS I: แผนแม่บทสำหรับการเชื่อมโยงทางนิเวศวิทยา รายงานครั้งสุดท้าย ปี 2009.....46

ตาราง

ตารางที่ 1 แสดงรายชื่อกรณีศึกษาและรูปแบบโครงการของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ในเอเชีย รวมถึงคำสำคัญ และผลหลักที่เกี่ยวข้องกับโครงการ 48

คำย่อ

ADB	ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย
BBA	การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA)
CLLC	ศูนย์อนุรักษ์ภูมิประเทศขนาดใหญ่
CNP	อุทยานแห่งชาติ Chitwan (เนปาล)
CWS	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Chunati (บังกลาเทศ)
DNPWC	กรมอุทยานแห่งชาติและอนุรักษ์สัตว์ป่า (เนปาล)
DoRW	กรมการรถไฟ (เนปาล)
EDC	*การไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา*(กัมพูชา)
EIA	การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม
FWS	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Fasiakhali (บังกลาเทศ)
IUCN	องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ
LI	โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น
MNP	อุทยานแห่งชาติ Medhkachhapia (บังกลาเทศ)
NB	เส้นทางรถไฟสาย Narayanghat - Butwal (เนปาล)
PA	พื้นที่คุ้มครอง
PLN	บริษัทการไฟฟ้าของรัฐ Perushaan Listrik Negarat (PLN)
PNP	อุทยานแห่งชาติ Parsa (เนปาล)
PWS	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phipsoo (ภูฏาน)
QTR	เส้นทางรถไฟสาย Qinghai – Tibet (จีน)
RNP	โครงการโครงข่ายถนน (RNP)
SASEC	โครงการความร่วมมือทางเศรษฐกิจอนุภูมิภาคเอเชียใต้ (SASEC)
USD	ดอลลาร์สหรัฐฯ

WCS	สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS)
WFLI	โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า
WHC	คณะกรรมการมรดกโลก (WHC)
WTI	สถาบันการขนส่งทางตะวันตก (WTI)
WWF	กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ (เดิมชื่อกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล) - WWF

บทนำ

กรณีศึกษาจะมีประโยชน์ได้นั้น จำเป็นต้องแสดงหลักการ และวิธีการปฏิบัติที่ใช้ได้จริง ซึ่งจะช่วยเร่งกระบวนการในการรับมือกับผลกระทบ (Crowe et al., 2011) ภาคผนวกนี้ นำเสนอการรวบรวมของแผนโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) หรือโครงการสำหรับโครงสร้าง 3 รูปแบบ ได้แก่ ถนน, ทางรถไฟ, สายไฟฟ้า ที่จะดำเนินการสร้างเพื่อการปกป้องสัตว์ป่า เราได้ตรวจสอบกระบวนการ นโยบาย และมีการตัดสินใจที่จะสร้างความแตกต่างให้กับโครงการที่ประสบความสำเร็จในการปรับใช้โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) จากโครงการที่ล้มเหลวเป็นโครงการที่ลดผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เราพยายามที่จะรวมโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ที่เพิ่งสร้างขึ้น หรือวางแผนไว้ในเอเชีย ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงการตัวอย่างของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI)

การดำเนินการป้องกันความหลากหลายทางชีวภาพนั้นเป็นเรื่องค่อนข้างใหม่ในโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นของเอเชีย แต่ได้รับความสนใจและการยอมรับจากสถาบันอย่างชัดเจนในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา (Clements et al., 2014; Donggul et al., 2018; Menon et al., 2015) การเติบโตของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นในเอเชียที่คาดการณ์ไว้ในปีต่อ ๆ ไป (ดูภาคผนวก 1) เน้นย้ำถึงความจำเป็นที่สำคัญเพื่อให้แน่ใจว่า โครงการได้รับการประเมินอย่างเหมาะสม โดยใช้ข้อมูลภาคสนามที่เชื่อถือได้ และอยู่บนพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดที่มีอยู่ ในการแนะนำแนวทางปฏิบัติของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) และมาตรการบรรเทาผลกระทบ

ในอดีต การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) มักจะเน้นที่ผลกระทบของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นแบบทั่วไปแบบกว้าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางนิเวศวิทยา และองค์ประกอบทางกายภาพของการคุ้มครองด้านความหลากหลายทางชีวภาพ มีเพียงไม่กี่โครงการที่มุ่งเน้นไปที่ความต้องการเฉพาะของสายพันธุ์ หรือความต้องการการเชื่อมต่อภูมิประเทศที่สำคัญของสัตว์ป่า การเดินเท้าและการย้ายถิ่นฐานของสัตว์เหล่านั้น กรณีศึกษาที่ตามมาได้รับการคัดเลือกให้เป็นตัวอย่างของวิธีการใช้ แนวทางปฏิบัติ และผลลัพธ์ที่ของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า โดยรวมแล้ว จะมีการแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นในเอเชียทราบ ตามที่มีการเดินหน้าไปสู่แนวทางปฏิบัติในการปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพที่สมบูรณ์

การเปรียบเทียบต้นทุน และประโยชน์ของการดำเนินการการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่านั้น พบได้ยากสำหรับโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นในเอเชียส่วนใหญ่ ผลที่ตามมาคือ บางหน่วยงานและผู้เสนอโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นอื่น ๆ ถือว่าการปกป้องสิ่งแวดล้อมเป็นเพียงต้นทุนของโครงการเท่านั้น ในปัจจุบัน จำนวนที่เพิ่มขึ้นของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น รวมถึงไม่เพียงแค่ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการตามมาตรการป้องกันเหล่านี้เท่านั้น แต่ยังรวมถึงผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของการลงทุนดังกล่าวด้วย ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน เนื่องจากการวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์สำหรับการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) กลายเป็นเรื่องปกติมากขึ้น กรณีศึกษาทั้ง 2 กรณีที่เลือกจึงมุ่งเน้นไปที่โครงการที่ดำเนินการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และอธิบายเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการตรวจสอบการวิเคราะห์เหล่านี้

วิธีการ

กรณีศึกษาที่มีศักยภาพ ได้รับการระบุและรวบรวมจากทั่วเอเชียผ่านการทบทวนวรรณกรรม (ภาคผนวก 4) โดยมีการเข้าร่วมการประชุมนานาชาติตามความจริงเกี่ยวกับนิเวศวิทยาทางถนนโดยส่งคำขอผ่านทางอีเมลไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในสมาชิกขององค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) ซึ่งผ่านการติดต่อโดยตรงกับผู้ปฏิบัติงานด้านการขนส่งในเอเชีย เราคัดกรอง รวบรวม ทบทวน และประเมินกรณีศึกษาที่เป็นไปได้ 23 กรณี เพื่อรวมไว้ในภาคผนวกนี้ ท้ายที่สุดเรา เลือกกรณีศึกษา 8 กรณี ได้แก่ กรณีศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยา 6 กรณี และกรณีศึกษาเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ 2 กรณี เพื่อรวมไว้ในภาคผนวกนี้ (ภาพที่ 1)

ในการเลือกกรณีศึกษา เรามุ่งมั่นที่จะแสดงถึงภูมิศาสตร์ในวงกว้างของเอเชีย โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นทั้ง 3 รูปแบบ และสัตว์สำคัญสายพันธ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในรายการขององค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) ที่ได้รับผลกระทบจากโครงการที่เป็นอนุกรมวิธานที่หลากหลายของทวีป เรารวมโครงการที่อธิบายนโยบายใหม่ หรือนโยบายแห่งนวัตกรรม การประเมินทางเศรษฐกิจ การวางแผน หรือการประเมินประสิทธิภาพของการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) ในเอเชีย

ภาพที่ 1 แสดงแผนที่ของประเภท และตำแหน่งที่ตั้งของกรณีศึกษา

กรณีศึกษา

ในบรรดากรณีศึกษาทางนิเวศวิทยาทั้ง 6 กรณี พบว่ามีโครงการถนน 2 โครงการ โครงการรถไฟ 3 โครงการและโครงการสายไฟฟ้า 1 โครงการ กรณีศึกษา 6 กรณี ครอบคลุม 5 ประเทศ ได้แก่ บังกลาเทศ ภูฏาน กัมพูชา จีน และเนปาล กรณีศึกษาทางเศรษฐกิจ ประกอบไปด้วยสายไฟฟ้าในประเทศอินโดนีเซีย และโครงการถนนในประเทศมาเลเซีย กรณีศึกษาทางนิเวศวิทยาครอบคลุมแง่มุมต่าง ๆ ของการวางแผนโครงการ (การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ [BBA]) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม [EIA] และการดำเนินการป้องกันหลังการก่อสร้าง และผลการปฏิบัติงาน

กรณีศึกษาที่ 1 เส้นทางรถไฟสาย CHITTAGONG – COX'S BAZAR (บังกลาเทศ)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *เส้นทางรถไฟ*

ประเทศ: *บังกลาเทศ*

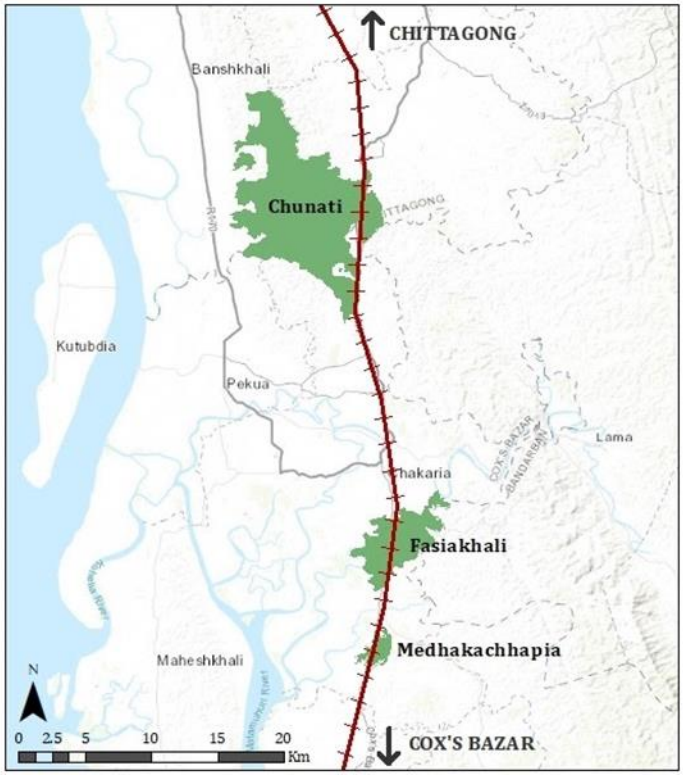
ชื่อโครงการ/ที่ตั้ง: *เส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar , สาย Dohazari - Cox's Bazar (Chittagong, Bandarban, Cox's Bazar)*

ผู้เสนอ: *รัฐบาลแห่งสาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ, ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB)*

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย

การประเมินผลกระทบ

เส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar เป็นเส้นทางรถไฟรางคู่ที่ได้มีการวางแผนไว้ ซึ่งจะวิ่งเป็นระยะทาง 102 กิโลเมตร จากเมือง Dohazari ไปยัง Cox's Bazar ทางตะวันออกเฉียงใต้ของบังกลาเทศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบรถไฟทรานส์เอเชีย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับทั้งผู้โดยสารและสินค้า การรถไฟดังกล่าวจะเป็นแรงผลักดันเป้าหมายของโครงการความร่วมมือทางเศรษฐกิจอนุภูมิภาคเอเชียใต้ (SASEC) ในการเสริมสร้างความแข็งแกร่งด้านการขนส่ง และการค้าในภูมิภาค อย่างไรก็ตาม การจัดแนวรางรถไฟที่เสนอผ่านพื้นที่คุ้มครอง (PAs) ของบังกลาเทศทั้ง 3 แห่ง จากทั้งหมด 24 แห่ง ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Chunati (CWS) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Fasiakhali (FWS) และอุทยานแห่งชาติ Medhkachhapia (MNP) (ภาพที่ 2) เป็นที่ทราบกันว่าพื้นที่คุ้มครองทั้ง 3 มีการส่งเสริมช้างเอเชีย ซึ่งสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติ (IUCN) ระบุว่าใกล้สูญพันธุ์แล้ว เนื่องจากการจัดแนวรางรถไฟผ่านพื้นที่คุ้มครองที่มีสัตว์ใกล้สูญพันธุ์อย่างน้อยหนึ่งชนิด เส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar จึงได้รับการจัดประเภทให้เป็นโครงการประเภท ก (A) ตามคำชี้แจงของนโยบายการป้องกันของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) โครงการประเภท ก (A) ทั้งหมดต้องมีการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (EIA)



ภาพที่ 2 แสดงแผนที่การวางแนวเส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar เทียบกับตำแหน่งของพื้นที่คุ้มครอง 3 แห่ง ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Chunati เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Fasiakhali และอุทยานแห่งชาติ Medhkachhapia

นโยบายสิ่งแวดล้อมแห่งชาติของบังกลาเทศ (MoEF, 1994)กำหนดกรอบการทำงานพื้นฐาน สำหรับการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อม และระบุว่าต้องทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนที่จะดำเนินโครงการ ภายใต้พระราชบัญญัติการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของบังกลาเทศ (1995) และกฎเกณฑ์ (1997) โครงการนี้จัดเป็นหมวดหมู่สีแดงโดยกระทรวงสิ่งแวดล้อมซึ่งทำให้เกิดการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) เต็มรูปแบบเช่นกัน ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) องค์การระหว่างประเทศ เพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติหรือ IUCN ได้ดำเนินการประเมินอย่างรวดเร็วในปี 2014 โดยมีการสำรวจสถานภาพของช้างเอเชียภายในพื้นที่โครงการ โดยระบุทางเดินของช้าง และจุดข้ามที่ตัดกับการวางแนวที่ได้วางแผนไว้ และมีการสัมภาษณ์ชาวบ้านเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างมนุษย์กับช้าง (IUCN, 2014) ผลการศึกษาพบว่า เส้นทางรถไฟที่ได้วางแผนไว้จะตัดกับจุดที่ช้างข้ามผ่านที่มีการใช้งานอยู่ 5 จุด และจุดทางข้ามตามฤดูกาล 6 จุด และมีการวางแผนทางเลือกของการจัดการที่ตามมาเพื่อส่งเสริมการเดินทางของช้าง และลดการชนกับโขลงช้างให้น้อยที่สุด (IUCN, 2014) จากการศึกษานี้พบว่าได้ดำเนินการการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพแล้ว โดยเน้นเฉพาะช้างในพื้นที่คุ้มครอง เพื่อให้คำแนะนำสำหรับมาตรการในการบรรเทาผลกระทบ (Dodd & Imran, 2018) การใช้ป้ายเตือนเกี่ยวกับช้าง (เช่น มูลสัตว์ ทางเดิน และความเสียหายของพืช) การสำรวจ และกล้องดักจับ กรมการขนส่งทางบก การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพได้ระบุพื้นที่ทางผ่านของช้างตามเส้นทางรถไฟที่ได้วางแผนไว้ภายในพื้นที่คุ้มครองทั้ง 3 แห่ง

รายชื่อสัตว์ที่ถูกคุกคามของ IUCN หรือ สัตว์สายพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

ช้างเอเชีย (*Elephas maximus*), หมูป่าอินเดีย (*Sus scrofa cristatus*), เก้ง (*Muntiacus muntjac*), เสือปลา (*Prionailurus viverrinus*)

คำแนะนำสำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพพบว่าประมาณ 27 กิโลเมตรของเส้นทางรถไฟจากทั้งหมด 102 กิโลเมตรที่ได้วางแผนไว้นั้น
จะผ่านโดยตรงกับพื้นที่คุ้มครองทั้ง 3 แห่ง ซึ่งบางพื้นที่เป็นที่อยู่อาศัยที่สำคัญสำหรับช้างเอเชีย การจัดตำแหน่งจะส่งผลกระทบต่ออุทยานแต่ละแห่งที่แตกต่างกัน
โดยผ่านการผสมผสานของเขตพื้นที่หลัก (ป่าไม้ที่ค่อนข้างสมบูรณ์) เขตบัฟเฟอร์หรือเขตกันชน (พื้นที่เสื่อมโทรมแต่ไม่มีการตั้งถิ่นฐาน
หรือการเพาะปลูกใหม่ของมนุษย์) และเขตผลกระทบ (เขตเสื่อมโทรมที่อนุญาตให้มีการตั้งถิ่นฐาน และการเพาะปลูกได้)
การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ พบว่า พื้นที่หลักมักจะเชื่อมโยงกับที่อยู่อาศัยที่สำคัญของช้าง ในขณะที่การวางแนวเส้นทางรถไฟส่วนใหญ่
อยู่นอกเขตพื้นที่หลัก กรมการขนส่งทางบก
การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพพบว่าการวางแนวเส้นทางรถไฟจะยังคงขวางทางข้ามในเขตพื้นที่หลักที่สำคัญ 2 - 3 แห่ง
ในระบบฐานข้อมูลกลางในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Chunati (CWS) และมีแนวโน้มที่จะกีดขวางทางเท้าของช้างในพื้นที่อื่น ๆ ด้วย

กลยุทธ์การอนุรักษ์และการบรรเทาผลกระทบ ได้รับการพัฒนาโดยผู้เขียนการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ
โดยอ้างอิงจากวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดสำหรับโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) การใช้แนวทางที่เรียกว่า "กล่องเครื่องมือ"
ผู้เขียนได้ใช้แนวปฏิบัติที่ดีที่สุดร่วมกันเพื่อจัดการกับผลกระทบทางตรง (เช่น การชนกัน) และทางอ้อม (เช่น การกระจายตัวของแหล่งที่อยู่อาศัย)
ของโครงการที่มีต่อสัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ กลยุทธ์นี้รวมถึงมาตรการบรรเทาผลกระทบหลายประการ ได้แก่ สะพานลอย
และทางลอดสำหรับสัตว์ป่า เทคโนโลยีสำหรับการตรวจจับช้างภายในระยะทางที่แน่นอนของเส้นทางรถไฟ และการรักษาช่องทาง เช่น
การกั้นรั้วเพื่อเลี่ยงทางให้ช้างไปยังจุดข้ามทางรถไฟที่ปลอดภัยกว่า

ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Chunati (CWS) กลยุทธ์บรรเทาผลกระทบมุ่งเน้นไปที่การป้องกันทางเดินของช้าง โดยการส่งเสริมการเชื่อมต่อภูมิประเทศ
และป้องกันการชนกันของโขลงช้างที่จุดทางข้าม การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) ได้นำเสนอให้มีสะพานลอยสำหรับสัตว์ป่า 2 แห่ง
(กว้าง 50 เมตร) แม้ว่าภายหลังพบว่ามีจุดหนึ่งไม่เหมาะสมในทางเทคนิคก็ตาม กล่าวคือ ทางลอดหนึ่งทาง (10 ม. x 4.5 ม.) และสะพานแบบเปิดได้ (30 ม. x 4.5
ม.) โครงการเหล่านี้จะเป็นสิ่งก่อสร้างทางข้ามของสัตว์ป่าแห่งแรกที่สร้างขึ้นในบังกลาเทศ และบางส่วนเป็นแห่งแรกในเอเชีย
สำหรับช้างที่ได้รับผลกระทบจากเส้นทางรถไฟ เพื่อให้แน่ใจว่าช้างและสัตว์ป่าอื่น ๆ ใช้โครงสร้างเหล่านี้ การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA)
ได้วางแผนให้มีรั้วกั้นที่มีช่องทางสำหรับสัตว์ระยะยาว 6.8 กิโลเมตรตลอด 2 ข้างทางของเส้นทางรถไฟ โดยมีทางแยกระดับพื้นราบที่จุดรั้ว 4
จุดและมีระบบตรวจจับช้าง 2 จุด เพื่อเตือนรถไฟที่กำลังจะเข้าใกล้ หรือสัตว์ที่กำลังจะข้าม

ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Fasiakhali (FWS) ได้มุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างมนุษย์กับช้าง การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ
(BBA) พบว่าการเดินเท้าของช้างออกจากพื้นที่หลัก (และได้ข้ามทางแนวเส้นทางรถไฟที่ได้วางแผนไว้) ถูกจำกัดเฉพาะเมื่อมีการหาพืชผลเป็นอาหารตามฤดูกาล
เมื่อเห็นว่าการติดตั้งสิ่งก่อสร้างทางข้ามเส้นทางรถไฟนี้จะทำให้ผลกระทบนี้คงอยู่ต่อไป
ทางการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพได้แนะนำให้มีข้อยกเว้นสำหรับช้างประมาณ 5 กิโลเมตร ซึ่งจะช่วยป้องกันรถไฟชนกับโขลงช้าง
อย่างไรก็ตาม ตามที่ได้ดำเนินการไป กรมป่าไม้บังกลาเทศไม่สนับสนุนการสร้างรั้วในพื้นที่ของตน
จึงมีการแก้ไขเป้าหมายเพื่อป้องกันการชนกันระหว่างรถไฟกับช้าง ด้วยการสร้างรั้ว 3 แนว ตามทางที่ช้างข้ามไปหาพืชผล (รวม 1.8 กม.)
ติดตั้งทางแยกระดับพื้นราบ 6 ระดับและติดตั้งระบบตรวจจับสัตว์ที่ปลายรั้ว นอกจากการสร้างรั้วแล้ว
กลยุทธ์นี้ยังรวมถึงการเพิ่มขีดความสามารถของการหาอาหารช้าง รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของดินโป่งและแหล่งน้ำด้วย

ในอุทยานแห่งชาติ Medhkachhapia การปรับปรุงรักษาช่องทาง 2.8 กิโลเมตร และระบบตรวจจับช้าง 2 ระบบ
ได้มีการสร้างระดับทางเดินให้ปลอดภัยที่บริเวณปลายรั้ว นอกเหนือจากการปลูกต้นไม้แล้ว ยังมีการระดมทุนเพื่อการปรับปรุงพื้นที่อาหารของช้างกว่า 300
เฮกตาร์ และพื้นที่เพาะปลูกนับถึงปัจจุบันกว่า 60 เฮกตาร์ ด้วยเงินทุนสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพของดินโป่ง
และเงินทุนสำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ได้เตรียมไว้ (ภาพที่ 3)

ภายในพื้นที่คุ้มครอง 3 แห่ง ยังมีท่อระบายน้ำคอนกรีต 28 แห่งที่ได้วางแผนไว้ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินเท้าของสัตว์เล็ก ๆ ใต้เส้นทางรถไฟ
ท่อระบายน้ำจะสูง 3 เมตรหรือสูงกว่านั้น และเว้นระยะตลอดพื้นที่คุ้มครองประมาณ 1 ท่อระบายน้ำ/กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีสะพาน 9 แห่งที่ได้วางแผนไว้
(นอกเหนือจากทางลอดของช้างขนาดใหญ่) เพื่อเป็นทางผ่านสำหรับสัตว์สายพันธุ์อื่น เช่น กวาง แมว ชะมด และเม่น

โดยรวมแล้วสิ่งก่อสร้างเหล่านี้จะช่วยรักษาการเชื่อมโยงกันระหว่างประชากรสัตว์ ลดโอกาสในการชนสัตว์ป่า
และรักษาความหลากหลายทางชีวภาพที่เป็นเอกลักษณ์ และความอุดมสมบูรณ์ของภูมิภาคในเขต Cox's Bazar

ภาพที่ 3 แสดงภาพผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมจากธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ร่วมปลูกต้นไม้ในโครงการปลูกต้นไม้ในอุทยานแห่งชาติ Medhkachapia เครดิตแก่ Asif Imran

การป้องกันที่พอเพียง

หากกล่าวถึงโครงการของการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) และ การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) ในพื้นที่คุ้มครองทั้ง 3 แห่งนี้มีแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญซึ่งส่งเสริมจำนวนประชากรช้างเอเชียที่ใกล้สูญพันธุ์ แม้จะได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ในอดีต (Dodd & Imran, 2018; Ministry of Railways, 2016) พื้นที่คุ้มครองยังคงมีคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพสูง ซึ่งเป็นประโยชน์กับระบบนิเวศที่สำคัญแก่ชุมชนท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) ได้ชี้แจงอย่างชัดเจนว่า พื้นที่บางส่วนที่ไม่ใช่เขตพื้นที่หลักที่อยู่รอบแนวที่ได้วางแผนไว้ เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Fasiakhali (FWS) ไม่มีความจำเป็นต่อการอยู่รอดของช้าง การสร้างสมดุลของการอำนวยความสะดวกในการเดินเท้าของช้าง และการบรรเทาความขัดแย้งระหว่างมนุษย์กับช้าง นำมาซึ่งการพิจารณาในการกำหนดมาตรการป้องกันสำหรับบางพื้นที่

กลยุทธ์การป้องกัน ได้รับการออกแบบมาเพื่อสร้างสมดุลระหว่างวิศวกรรม และการก่อสร้างที่คุ้มต้นทุนกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ในขณะเดียวกันก็ปฏิบัติตามคำชี้แจงนโยบายการปกป้องของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) การใช้วิธีการที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และดึงข้อมูลจากทั้งการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) และข้อมูลการออกแบบทางวิศวกรรม กลยุทธ์ใหม่นี้กล่าวถึงการบรรเทาผลกระทบของเส้นทางรถไฟจากหลายมุมมอง รวมถึงการรักษาทางเดินของช้างเอเชีย การป้องกันการชนกันของรถไฟกับช้าง และการแก้ไขสาเหตุของความขัดแย้งกันระหว่างช้างกับมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีการพิจารณาบริบททางสังคม และนิเวศวิทยาที่มากขึ้นของแต่ละพื้นที่ ซึ่งนำไปสู่เป้าหมายหลักและเป้าหมายรองที่แตกต่างกัน ในแต่ละสถานการณ์ การเขียนแผนผังจาก "กล่องเครื่องมือ" ของเทคนิคการป้องกัน ผู้เขียนการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) รับรองว่าคำแนะนำในการบรรเทาผลกระทบตรงกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างทางเดิน ระบบตรวจจับ หรือการรักษาช่องทาง

การดำเนินการปกป้อง และผลที่ได้

การตรวจสอบ และการวิจัย

ณ เวลาที่เผยแพร่ โครงการยังไม่ได้เข้าสู่ระยะหลังการก่อสร้าง ในระหว่างที่สามารถดำเนินการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงานได้

คำแนะนำจากการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพสำหรับการคุ้มครอง สะพานลอยสัตว์ป่า 1 ใน 2 แห่งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Chunati (CWS) ไม่ได้มีการสร้างขึ้น เนื่องจากได้รับการวิเคราะห์ว่าไม่สามารถทำได้หลังจากที่ได้รับการออกแบบแล้ว เพราะอยู่ห่างจากสะพานลอยอื่นไม่ถึง 1 กม. ที่ปรึกษาด้านนิเวศวิทยาทางถนนระหว่างประเทศซึ่งดำเนินการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) ทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบอิสระในระหว่างการก่อสร้างเส้นทางรถไฟ และได้รับการว่าจ้างให้ดำเนินการตรวจสอบหลังการก่อสร้างสำหรับธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) การตรวจสอบหลังการก่อสร้างของโครงสร้างทางผ่านทั้ง 3 จะเริ่มในปี 2023 และได้รับการตั้งโปรแกรมให้ใช้งานได้อย่างน้อย 2 ปี

การตรวจสอบจากกล้อง ยังคงประเมินผลกระทบของการก่อสร้างทางรถไฟที่มีต่อช้าง และสัตว์ป่าชนิดอื่น ๆ ด้วย ขณะนี้ทางลอดอยู่ระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งการก่อสร้างสะพานที่ได้วางแผนไว้ใกล้จะเสร็จแล้ว (ภาพที่ 4) การออกแบบสะพานลอยได้รับการบูรณะใหม่ และคาดว่าจะเริ่มก่อสร้างในปี 2021 การก่อสร้าง "เขตเงียบสงบ" ระยะทาง 0.7 กม. ได้มีการสร้างขึ้นรอบ ๆ บริเวณสะพานลอย เพื่อจำกัดผลกระทบต่อการใช้ทางเดินของช้างในระหว่างการก่อสร้าง จนกว่าทางลอดในบริเวณใกล้เคียงจะเสร็จสมบูรณ์ เพื่อให้เป็นทางเลือกสำหรับทางเดินช้าง (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 4 แสดงการรอสร้างคานสำหรับทางลอดของสัตว์ป่า และจากนั้นจึงจะเจาะอุโมงค์ในโครงการเส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar ขนาดสุดท้าย: สูง 4.5 ม. ยาว 30 ม. เครดิตแก่ Asif Imran

ภาพที่ 5 แสดงการตรวจพบรอยเท้าช้าง ใกล้กับพื้นที่ก่อสร้างอุโมงค์สัตว์ป่า เครดิตแก่ Asif Imran

สำเร็จ หรือ ล้มเหลว?

ในขณะที่เส้นทางรถไฟสาย Chittagong - Cox's Bazar และการคุ้มครองสัตว์ป่าที่ได้วางแผนไว้ยังอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) ควรได้รับการพิจารณาถึงความสำเร็จ การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ ต้องใช้เวลาหนึ่งปีเต็ม เพื่อรวบรวมรูปแบบต่าง ๆ ตามฤดูกาลภายใต้เงื่อนไขของการอ้างอิง การขยายเวลาตั้งแต่เดือนเมษายน 2017 - มีนาคม 2018 ผู้เขียนสามารถเข้าใจขอบเขต ที่อยู่อาศัยของช้าง และสัตว์สายพันธุ์อื่น ๆได้ดีขึ้น และด้วยเหตุนี้ทำให้มีคำแนะนำในการป้องกันมากขึ้น นอกจากนี้ ผู้เขียนยังสามารถสร้างความร่วมมือที่สำคัญกับผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญจากกรมป่าไม้บังกลาเทศ ชาวบ้านในท้องถิ่นอื่น ๆ เช่น กลุ่มลาดตระเวนชุมชนมีส่วนร่วมในกระบวนการนี้ โดยให้ความรู้เกี่ยวกับพืชและสัตว์ในท้องถิ่น เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ โครงการนี้จะตั้งขึ้นเป็นโครงการของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ขั้นสูงที่มีประโยชน์ต่อสังคม และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุดโครงการหนึ่งในเอเชียและทั่วโลก

บทเรียนที่ได้รับ

มีบทเรียนสำคัญหลายประการที่สามารถรวบรวมได้จากกรณีศึกษาของเส้นทางรถไฟสาย Chittagong - Cox's Bazar โครงการนี้เป็นตัวอย่างที่ดีเยี่ยมสำหรับโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นอื่น ๆ ในเอเชียและทั่วโลก มีการให้ตัวอย่างที่สำคัญและเกี่ยวข้องโดยเฉพาะว่าจะทำอย่างไร เมื่อระบบนิเวศที่สำคัญ สัตว์ใกล้สูญพันธุ์ และสินทรัพย์ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพที่ไม่ซ้ำกัน อาจได้รับอันตรายจากโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) แบบใหม่ บทเรียนสำคัญทั้ง 3 บทได้อธิบายไว้ด้านล่างนี้

I) *ความเข้าใจในความซับซ้อนของโครงการ* เรานึกถึงความซับซ้อนของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ไม่เพียงแต่ที่มีต่อสัตว์ป่าเท่านั้นแต่ยังรวมถึงชุมชนท้องถิ่น และเศรษฐกิจของพวกเขาด้วย ในบางกรณีมาตรการป้องกันที่อาจเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ป่าจริง ๆ นั้น อาจก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่างมนุษย์กับช้างเพิ่มขึ้น

เพื่อพิจารณาความแตกต่างประเภทนี้ พื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการกระจายตัวของช้าง
และความอุดมสมบูรณ์ที่เกี่ยวข้องได้รับการตรวจสอบตามแนวทางรถไฟภายในแต่ละพื้นที่ เพื่อพัฒนากลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบตามเป้าหมาย
แนวทางนี้แปลกใหม่ และได้รับการบูรณาการสูง นอกจากผลกระทบทางนิเวศวิทยาของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI)เช่น การเสียชีวิตของสัตว์ป่า
และการข้ามทางที่ลดลง วัตถุประสงค์ของการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ ยังคงต้องพิจารณาผลกระทบทางสังคมมากมาย รวมถึง (1)
ความขัดแย้งระหว่างมนุษย์กับช้าง และการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อโครงการใหม่ (2)
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อกิจกรรมของช้างในการบุกรุกพื้นที่เพาะปลูก และ (3) สิทธิในทรัพย์สินของชาวบ้านในท้องถิ่น

2) *การออกแบบ และการสำรวจการศึกษาของการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) อย่างเคร่งครัด*
การศึกษานี้เน้นว่าการดำเนินการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ ก่อนการก่อสร้างที่เข้มงวด และได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดี
มีความสำคัญอย่างยิ่งเพียงใด เพื่อแจ้งกับหน่วยงานการออกแบบการป้องกันสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 5) ส่วนสำคัญของกรณีศึกษาเส้นทางรถไฟสาย
Chittagong - Cox's Bazar คือ (1) การใช้ข้อมูลที่รวบรวมใหม่ หรือข้อมูลภาคสนามที่เป็นปัจจุบัน
แทนที่จะเป็นข้อมูลที่มีความครอบคลุมไม่แน่นอนหรือไม่มีเลย (2)
การสุ่มตัวอย่างและการสำรวจที่มีกรอบเวลาเพียงพอเพื่อสุ่มตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลตลอดรอบปี และ (3)
การใช้ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญในระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาคที่ได้รวบรวมไว้แล้วดีกว่าการประมาณการทั่วไปของสัตว์สายพันธุ์ต่าง ๆ
ที่ได้รับผลกระทบและการตอบสนองต่อโครงการ โครงสร้างพื้นฐานแบบเส้น (LI) ตามการศึกษาและแผนที่การเกิดสายพันธุ์

3) *การควบคุมภายนอกและเฉพาะทาง* ปัจจัยสำคัญในความสำเร็จของเส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's Bazar คือ
การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) และ คำแนะนำในการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่ตามมา
ซึ่งอยู่ในการว่าจ้างของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ของที่ปรึกษาด้านนิเวศวิทยาทางถนนจากภายนอก (ระหว่างประเทศ)
เพื่อร่วมเป็นผู้นำในการประเมิน เพื่อให้เข้าใจถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และมาตรการป้องกันที่จำเป็น
จะต้องมีที่ปรึกษา (นักชีววิทยา) ที่มีประสบการณ์ และภูมิหลังมาเพื่อเตรียมการประเมินผลกระทบ
และความรู้เกี่ยวกับการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจุบัน และมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยเฉพาะสำหรับโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น
ความร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญทั้งในท้องถิ่น และจากภายนอก เพื่อแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนเฉพาะในโครงการเส้นทางรถไฟสาย Chittagong – Cox's
Bazar ได้สร้างมาตรฐานระดับสูงสำหรับโครงการ โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ในอนาคต

ข้อมูลการติดต่อ

Karma Yangzom, ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): kyangzom@adb.org

Norris Dodd, ที่ปรึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): doddnbenda@cableone.net

Sourav Das, ผู้ช่วยผู้จัดการโครงการการรถไฟบังกลาเทศ: souravce04@gmail.com

กรณีศึกษาที่ 2 ถนน: ทางหลวงแผ่นดินสายใต้-ตะวันออก-ตะวันตก (ภูฏาน)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *ถนน*

ประเทศ: *ภูฏาน*

ที่ตั้ง: *เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Raidak-Lhamoizingkha และ Phipsoo*

ชื่อโครงการ: *ทางหลวงแผ่นดินสายใต้-ตะวันออก-ตะวันตก (เขต Dagana)*

ผู้เสนอ: *รัฐบาลภูฏาน, ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB)*

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย

การประเมินผลกระทบ

ตั้งอยู่ในเทือกเขาหิมาลัยตะวันออก ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาของภูฏานช่วยส่งเสริมด้านความหลากหลายทางชีวภาพอย่างมหาศาล พื้นที่คุ้มครอง 10 แห่ง, เส้นทางเดินทางชีวภาพ 7 แห่ง และสวนพฤกษศาสตร์ 1 แห่งครอบคลุมพื้นที่ 51.44% ของพื้นที่ภูฏาน(Wildlife Conservation Division, 2016) ซึ่งถือเป็นสิ่งตอกย้ำความมุ่งมั่นของประเทศในการอนุรักษ์ธรรมชาติ ก่อนปี 1960 ภูฏานไม่มีทางหลวงลาดยาง และในปี 2016 มีเพียง 30% เท่านั้นที่มีการลาดยาง(Royal Government of Bhutan, 2017b) ในขณะที่เศรษฐกิจของภูฏานขยายตัว และจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความต้องการทางเลือกในการคมนาคมขนส่งที่น่าเชื่อถือ และยั่งยืนก็เช่นกัน แผนแม่บทภาคถนนของภูฏานปี 2007–20270 รวมถึงโครงการโครงข่ายถนนที่ 2 (RNP) ซึ่งจัดลำดับความสำคัญของการก่อสร้างทางหลวงสายใต้-ตะวันออก-ตะวันตก เพื่อเชื่อมโยงชุมชน และสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจในภาคใต้ของประเทศ(Chogyel et al., 2017)

จนถึงปัจจุบัน โครงการโครงข่ายถนนที่ 2 (RNP) 5 แบบ ที่มีทั้งหมด 183 กม. ได้เสร็จสิ้นแล้ว ส่วนถนนที่มีลำดับความสำคัญ 2 ส่วนได้แก่โครงการ *ถนน Raidak-Lhamoizingkha* ระยะทาง 25 กม. (ต่อไปนี้จะเรียกว่า NH2) และ *โครงการถนน Samdrupcholing – Samrang* ที่ยาว 24 กม. (ต่อไปนี้จะเรียกว่า NH5) ผ่านแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของช้างเอเชียที่ใกล้สูญพันธุ์ (*Elaphus maximus*) และสัตว์สายพันธุ์ที่สำคัญอื่น ๆ ได้แก่ กระทิง (*Bos gaurus*) เสือดาวลายเมฆ (*Panthera pardus*) และเสือโคร่ง (*Panthera tigris*)(Department of Roads, Royal Government of Bhutan, 2009) เพื่อลดและบรรเทาผลกระทบจากโครงการโครงข่ายถนนที่ 2 (RNP) โครงสร้างการข้ามทางของสัตว์ป่าได้รวมเข้ากับการออกแบบการก่อสร้างที่รักษาการเชื่อมต่อไว้ และลดอุปสรรคในการย้ายถิ่นของช้างเอเชียและสัตว์ป่าอื่น ๆ

กรมการถนนของภูฏานยังเสนอแนวถนนที่เป็นไปได้ 3 แนวผ่านเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phibsoo (PWS) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phibsoo (PWS) เป็นพื้นที่คุ้มครองที่เล็กที่สุดในภูฏาน (269 กม.^{2}) และเป็นแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพสูง เป็นแหล่งจำนวนประชากรที่สำคัญของเสือโคร่งเบงกอล ช้างเอเชีย เสือดาว *(Panthera pardus)*, เก้ง (*Muntiacus muntjac)*, ค่างกระหม่อมทอง (*Trachypithecus geei)* และยังเป็นแหล่งอนุรักษ์สายพันธุ์อื่น ๆ ด้วย มันตั้งอยู่ตามแนวชายแดนอินโด-ภูฏาน และเป็นพื้นที่ที่มีความขัดแย้งรุนแรงในอดีต (การรุกล้ำ การลักลอบนำเข้า และความขัดแย้งทางอาวุธ) ในส่วนนี้ของโครงการ จัดอยู่ในประเภทโครงการ ก (A) ตามคำชี้แจงนโยบายการปกป้องของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) และจำเป็นต้องมีองค์การการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (EIA)

รายชื่อสัตว์ที่ถูกคุกคามของ IUCN หรือ สัตว์สายพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

ช้างเอเชีย (*Elephas maximus*), หมาใน *(Cuon alpinus*), กระทิง (*Bos gaurus*), เลียงผาหิมาลัย (*Capricornis sumatraensis thar*), กวางป่า (*Rusa unicolor*)

คำแนะนำสำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ยืนยันว่า NH2 และ NH5 อาจส่งผลกระทบต่อการเดินเท้าของสัตว์ป่าในแต่ละวัน(Department of Roads, Royal Government of Bhutan, 2009) เพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติตามสอดคล้องกับข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม
นักวางแผนได้คิดค้นแนวทางเลือกที่หลีกเลี่ยงแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญ และส่งผลให้ไม่สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพสุทธิ
โดยแสดงให้เห็นถึงทางเลือกที่เป็นไปได้สำหรับการอนุรักษ์และการพัฒนา (Asian Development Bank, 2019a)

การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) มีการใช้ช้างเอเชียซึ่งเป็นสัตว์สายพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ สำหรับทั้งส่วนของ NH2 และ NH5 เนื่องจากสถานะการอนุรักษ์ที่ใกล้สูญพันธุ์ และบทบาทของช้างในฐานะ "สิ่งมีชีวิตที่ให้ร่มเงากับชนิดพันธุ์อื่น" ซึ่งการปกป้องพวกมันมีประโยชน์ต่อสายพันธุ์อื่น ๆ มากมาย การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ระบุส่วนถนนที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นการจำกัดการย้ายถิ่นฐานของช้าง และสัตว์ป่าอพยพอื่น ๆ และถนนเหล่านี้ ซึ่งถือว่ามีความสำคัญสูงสำหรับการบรรเทาผลกระทบ ผลรายงานการค้นพบล่าสุดนี้ระบุว่า ช้างมักใช้ช่องทางลำธาร และก้นแม่น้ำเป็นเส้นทางหาอาหารตามปกติและสำหรับการเดินทางระยะไกล (Department of Roads, Royal Government of Bhutan, 2017) จึงมีการสร้างทางข้ามของสัตว์ป่าเพื่อให้สามารถใช้การระบายน้ำเหล่านี้ได้อย่างต่อเนื่อง ภายใต้โครงสร้างสะพาน และผ่านท่อระบายน้ำเหล็กที่ขยายใหญ่ขึ้น ทางลอดสำหรับช้าง สร้างขึ้นบนจุดที่ทราบกันดีว่าเป็นทางข้ามของช้าง

นอกจาก การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) สำหรับ NH2 และ NH5 แล้ว
ยังมีความจำเป็นสำหรับการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพของโครงการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phibsoo (PWS) เนื่องจากสถานะอยู่ในประเภท ก (A) ในปี 2014 ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ได้ว่าจ้างที่ปรึกษาระดับชาติ และระดับนานาชาติให้ดำเนินการประเมิน (Asian Development Bank, 2018) เพื่อให้เป็นพื้นฐานทางชีววิทยาสำหรับสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ และโครงการถนนที่ได้วางแผนไว้ การสำรวจเกิดขึ้นใน 4 พื้นที่ตามความแตกต่างของภูมิประเทศ ระดับความสูง และพืชพรรณ ที่ปรึกษาระบุว่า 2 ใน 3 ของแนวร่วมจะส่งผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญ
ดังนั้นจึงไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) แนวราบทางตอนเหนือได้ผ่านพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุด ด้วยเหตุนี้ เจ้าหน้าที่ของรัฐจึงเลือกแนวพื้นที่ทางใต้สุดตามแนวชายแดน เพื่อหลีกเลี่ยงแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญที่สุดในเขตพันธุ์สัตว์ป่า Phibsoo (PWS)
รัฐบาลภูฏานได้ยกเลิกโครงการถนนทั้งหมดในฤดูใบไม้ผลิ ปี 2015 โดยระงับการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม
ข้อมูลและข้อมูลเชิงลึกจำนวนมากได้รับในระหว่างการศึกษาภาคสนาม

การป้องกันที่พอเพียง

การพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างสัตว์ป่าอินโด-ภูฏานที่ข้ามพรมแดนรวมอยู่ในการวางแผน และการออกแบบส่วนถนนทั้ง 2 ส่วน และทางลอดของสัตว์ป่า 4 ช่อง (3 ช่องสำหรับ NH2 และอีกหนึ่งช่องสำหรับ NH5) รวมอยู่ในแผนกถนนของภูฏานด้วยข้อตกลงจากสถาบันเงินทุนพหุภาคี

ในส่วนของ NH2 ทางข้ามลำธาร 3 แห่งที่ได้รับการยืนยันการใช้ประโยชน์จากช้าง ได้สร้างความสูง และความกว้างเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับการเดินเท้าของช้าง ทำให้เป็นโครงสร้างข้ามสัตว์ป่าแห่งแรกในภูฏาน ไม่มีการสร้างรั้วป้องกันสัตว์ป่า เนื่องจากภูมิประเทศเป็นกำแพงสูงชันที่นำไปสู่ทางลอด ซึ่งธรรมชาติจะนำสัตว์ป่าไปยังจุดผ่านแดนตามธรรมชาติอยู่แล้ว ขนาดของอุโมงค์ใต้ดินกว้าง 6.4-10.0 ม. และสูง 5.6-7.6 ม.
อุโมงค์ใต้ดินมีความยาวรวมทั้งหมด 9.9 ม. ในส่วนของ NH5 มีการสร้างทางลอดหนึ่งที่แม่น้ำ Neuli ทางตะวันตกของการตั้งถิ่นฐานของชาว Saathpokhare และ Samrang อุโมงค์ใต้ดินกว้าง 10 ม. สูง 7.6 ม. ยาว 9.9 ม.

แม้จะมีการทำงานภาคสนาม และการสำรวจที่ดำเนินการในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phibsoo (PWS) สำหรับการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ รัฐบาลก็ตัดสินใจที่จะไม่สร้างถนน ดังนั้นจึงไม่มีกฎหมายคุ้มครองสิ่งแวดล้อม

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้

การตรวจสอบและการวิจัย

ตามคำแนะนำของการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (EIA) และ ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) อุโมงค์สัตว์ป่าทั้ง 4 แห่งได้รับการตรวจสอบโดยใช้กล้องดักจับ (ภาพที่ 6) หลังจากการก่อสร้างที่เริ่มในปี 2015 อุโมงค์ใต้ดิน NH2 ได้รับการตรวจสอบเป็นเวลา 2 ปี ตั้งแต่ปี 2015 - 2017 (Asian Development Bank, 2018; ภาพที่ 7) มีการตรวจพบการใช้อุโมงค์ใต้ดินของสัตว์ 7 สายพันธุ์ด้วยกัน อย่างไรก็ตาม ช้างเป็นชนิดเดียวที่พบจากการใช้อุโมงค์ทั้งสาม(ภาพที่ 8) กล้องตรวจจับกลุ่มช้างทั้งหมด 70 ตัวรอบ ๆ ทางแยก โดยมีการเดินผ่านอุโมงค์ 76%

ภาพที่ 6 แสดงทีมภาคสนามตั้งค่ากล้องดักถ่าย เพื่อรวบรวมข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพพื้นฐานก่อนการก่อสร้างในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phipsoo ประเทศภูฏาน เครดิตแก่ Norris Dodd

ภาพที่ 7 แสดงทางลอดของสัตว์ป่าที่ออกแบบมาสำหรับทางเดินของช้าง โดยเฉพาะบนถนน NH2 (Raidak-Lhamoizingkha) เครดิตแก่ Karma Chogyel

ภาพที่ 8 แสดงช้างเดินลอดอุโมงค์สัตว์ป่าบนถนน NH2 ในภูฏาน เครดิตแก่ Norris Dodd

ที่อุโมงค์ใต้ดิน NH5 ตรวจพบเฉพาะช้าง และกวางป่า โดยมีการเริ่มใช้อุโมงค์ตามปกติในเดือนมกราคม 2015 อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2016 ไม่มีการตรวจพบการเดินลอดของช้าง มีหลายทฤษฎีที่อธิบายว่า เหตุใดช้างจึงหยุดใช้อุโมงค์ใต้ดิน กล่าวคือ

- *การบุกรุกของมนุษย์*มนุษย์มีการใช้พื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ระหว่างปี 2015 - 2016 กิจกรรมของมนุษย์ที่อยู่ติดกับอุโมงค์ทางลอด อาจเป็นอุปสรรคทางกายภาพในการเดินเท้าของช้างตามริมแม่น้ำ
- *การเลี้ยงสัตว์* ช้างหลีกเลี่ยงกิจกรรมโคและการกวาดต้อนโค ซึ่งมีเพิ่มขึ้นในพื้นที่เนื่องจากมีการสร้างทุ่งหญ้าขึ้น 300 เมตรจากทางลอดอุโมงค์ด้านล่าง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเหล่านี้ เป็นผลมาจากถนนสายใหม่และการเข้าถึงที่เพิ่มขึ้น
- *การใช้ทางเดินของการเดินเท้าที่เป็นทางเลือก* โดยสังเกตว่า ช้างเริ่มใช้เส้นทางอื่นใกล้กับทางลอดใต้อุโมงค์เพื่อข้ามทางหลวง กล้องที่วางอยู่บนเส้นทางอื่นได้บันทึกการย้ายถิ่นของพวกมัน

การรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีปัญหาทั้งสองพื้นที่โครงการ ที่อุโมงค์ใต้ดิน NH2 ทั้ง 2 แห่ง มีการติดตั้งกล้องเพียงตัวเดียว ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการตรวจจับการเดินข้ามของสัตว์ป่าที่ผ่านอุโมงค์ใต้ดิน มีการขโมยกล้อง และจำนวนกล้องไม่เพียงพอ ทำให้การตรวจสอบยาก และมีการแนะนำให้ตรวจสอบกล้องรายสัปดาห์ หรือทุกสองสัปดาห์เป็นประจำ สำหรับความพยายามในการตรวจสอบในอนาคต

สำเร็จ หรือ ล้มเหลว?

โครงการโครงข่ายถนนที่ 2 (RNP) รักษาความมุ่งมั่นของภูฏานในการปกป้องการเชื่อมโยงทางนิเวศวิทยา โดยใช้ข้อมูลก่อนการก่อสร้างเพื่อปรับโครงสร้างพื้นฐานตามแผนที่วางไว้ ซึ่งส่งผลให้ไม่สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพสุทธิ นอกจากนี้ โครงการ NH2 และ NH5 ยังส่งผลให้มีการนำโครงสร้างการข้ามพันธุ์สัตว์ป่าแห่งแรกของประเทศไปใช้ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำหรับการพัฒนาต่อไป โครงการนี้ยังดำเนินขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้แน่ใจว่าการตรวจสอบหลังการก่อสร้างของสัตว์ป่ายังคงดำเนินต่อไป ในขณะที่มีความท้าทายในการติดตามเพิ่มมากขึ้น ได้มีการเสนอแนะเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของโปรแกรมการเฝ้าติดตามในปัจจุบัน ข้อมูลที่รวบรวมจากโปรแกรมติดตามหลังการก่อสร้างจะนำไปใช้เพื่อระบุการวางแผน และการก่อสร้างโครงสร้างการข้ามพันธุ์สัตว์ป่าในอนาคต ทั้งในภูฏานและในรัฐอื่น ๆ ของสายพันธุ์ช้างในเอเชีย

แม้ว่าการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ จะไม่ได้ดำเนินการในโครงการ NH2 และ NH5 แต่ก็ได้ดำเนินการเป็นครั้งแรกในภูฏานสำหรับโครงการถนนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Phibsoo (PWS) การประเมินความหลากหลายทางชีวภาพแบบใหม่นี้จะใช้เป็นแบบอย่างสำหรับโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นในอนาคตของภูฏานและภูมิภาค

บทเรียนที่ได้รับ

บทเรียนบางส่วนที่ได้เรียนรู้จากโครงการโครงการโครงข่ายถนนที่ 2 (RNP) ของภูฏานมีดังต่อไปนี้:

ข้อมูลก่อนการก่อสร้างมีความสำคัญอย่างมาก สำหรับการตัดสินใจอย่างชาญฉลาดในการเลือกเส้นทาง การเลือกมาตรการบรรเทาผลกระทบ และตำแหน่งที่ตั้งและความต้องการในการตรวจสอบหลังการก่อสร้าง ความสมบูรณ์ของข้อมูลที่รวบรวมได้ในระหว่างขั้นตอนความเป็นไปได้ของโครงการนี้ ทำให้นักวางแผนสามารถเลือกเส้นทาง และแผนสำหรับมาตรการบรรเทาผลกระทบ ซึ่งส่งผลให้ไม่มีการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพสุทธิ การรวบรวมข้อมูลหลังการก่อสร้างอย่างเข้มงวดนั้น มีคุณค่ามากสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของการป้องกัน ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับโครงการในอนาคตภายในประเทศได้ และใช้สำหรับการออกแบบการข้ามของช้างที่ข้ามสายพันธุ์นอกภูฏาน

โครงการนี้ส่งผลให้เกิดการการข้ามของสัตว์ป่าแห่งแรกในภูฏาน และการเฝ้าติดตามหลังการก่อสร้างเผยให้เห็นว่า อัตราการผ่านทางของสัตว์ป่าในระดับสูงได้บรรลุผลสำเร็จสำหรับสัตว์หลายชนิดภายในสองปีแรก โดยช้างจะปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว โครงการนี้ยังแสดงให้เห็นว่า การข้ามที่ประสบความสำเร็จเป็นไปได้โดยไม่ต้องล้อมรั้วสัตว์ป่าซึ่งมีราคาแพงและต้องการการบำรุงรักษามากมาย ซุ้มโค้งที่เป็นแผ่นโลหะสำเร็จรูปที่ใช้ในสิ่งก่อสร้างทางข้ามถือว่าคุ้มค่า และเหมาะสำหรับการใช้งานระยะไกล และพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก

ข้อมูลการติดต่อ

Karma Yangzom, ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): kyangzom@adb.org

Norris Dodd, ที่ปรึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): doddnbenda@cableone.net

กรณีศึกษาที่ 3 สายไฟฟ้า: ภูมิประเทศที่ได้รับอนุรักษ์โตนเลสาบ (กัมพูชา)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *สายไฟฟ้า*

ประเทศ: *กัมพูชา*

ที่ตั้ง: *แนวป้องกันโตนเลสาบตอนเหนือ, ที่ราบลุ่มโตนเลสาบ*

ชื่อโครงการ: *สายส่งกระแสไฟฟ้าจากกำปงจามถึงพระตะบอง*

ผู้เสนอ: *รัฐบาลกัมพูชา, การไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC)*

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย

ในปี 2015 รัฐบาลกัมพูชาประกาศว่าจะสร้างสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งจะตัดผ่านแนวป้องกันโตนเลสาบตอนเหนือ ที่ราบลุ่มที่โตนเลสาบเป็นที่อยู่อาศัยที่สำคัญของนกฟลอริแคนเบงกอลที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (*Houbaropsis bengalensis blandini*)(Mahood et al., 2018) ซึ่งมีประชากรลดลงประมาณ 10% ต่อปีตั้งแต่ปี 2005(Packman et al., 2014) นกฟลอริแคนเบงกอลขยายพันธุ์เป็นไปอย่างช้า ๆ โดยวางไข่ 1 หรือ 2 ฟองในแต่ละปี ดังนั้น แม้ว่าจะมีอัตราการเสียชีวิตในระดับต่ำ จำนวนประชากรที่เหลือก็ยังไม่ยั่งยืนนัก ตำแหน่งของสายไฟฟ้าที่ได้วางแผนไว้ อาจขัดขวางการอพยพของนกฟลอริแคนเบงกอลไปยังแหล่งเพาะพันธุ์ ซึ่งเป็นการคุกคามการอยู่รอดของสายพันธุ์ต่อไป(Mahood et al., 2018)

สายไฟฟ้าที่ได้วางแผนไว้เป็นส่วนหนึ่งของความพยายามในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในการตอบสนองความต้องการไฟฟ้าของเศรษฐกิจที่เติบโตอย่างรวดเร็ว ไฟฟ้าพลังงานน้ำ ถูกมองว่าเป็นวิธีแก้ปัญหาสำคัญ โดยเขื่อนริมแม่น้ำโขงให้พลังงานคาร์บอนต่ำ นอกเหนือจากประโยชน์อื่น ๆ เช่น การใช้น้ำเพื่อการบริโภค การชลประทาน และการควบคุมน้ำท่วม(Chandran, 2018) แม้ว่าเขื่อนดังกล่าว จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการปิดกั้นทางผ่านของปลา และการดักตะกอนจากต้นน้ำ(Xia, 2020) สายไฟฟ้าแรงสูงที่สร้างขึ้นเพื่อขนส่งกระแสไฟฟ้าจากเขื่อน เพื่อจำหน่ายทั่วประเทศก็มีผลกระทบสำคัญต่อการอพยพของนกเช่นกัน (Mahood et al., 2018)

ในขณะที่เศรษฐกิจของกัมพูชาเติบโตขึ้น และโครงสร้างพื้นฐานไปถึงพื้นที่ที่ไม่ได้มีการใส่ใจก่อนหน้านี้ ประเทศก็กำลังคำนึงถึงว่าการพัฒนาส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา รัฐบาลกัมพูชาได้ทำงานเพื่อปรับปรุงโครงสร้างกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงประมวลกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วย (Xia, 2020) โครงการขนาดใหญ่ เช่น การพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำ และสายส่งไฟฟ้า เป็นตัวอย่างที่สำคัญของการสร้างสมดุลระหว่างความต้องการในการปกป้องสิ่งแวดล้อม และการเติบโตทางเศรษฐกิจ

รายชื่อสัตว์ที่ถูกคุกคามของ IUCN หรือ สัตว์สายพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

นกฟลอริแคนเบงกอล (*Houbaropsis bengalensis*), นกจาบปีกอ่อนอกเหลือง (*Emberiza aureola*), นกกระสาสี (*Mycteria leucocephala*), นกกระทุงลายจุด (*Pelecanus philippensis*), นกอินทรีปีกลาย (*Clanga clanga*)

คำแนะนำสำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

มีการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (EIA) ล่วงหน้า กรณีสายไฟฟ้าที่โตนเลสาบอย่างเต็มรูปแบบ การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ล่วงหน้า ครอบคลุมและรวมมาตรการที่เป็นไปได้สำหรับบรรเทาผลกระทบของสายไฟฟ้า เช่น การใช้เครื่องหมายติดที่สายไฟฟ้าในส่วนสำคัญ เพื่อเพิ่มการมองเห็นแก่นก อย่างไรก็ตาม รัฐบาลได้ออกข่าวประชาสัมพันธ์ก่อนที่จะมีการทำการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ซึ่งระบุว่านายกรัฐมนตรีได้อนุมัติการสร้างสายไฟฟ้าแล้ว (Electricite du Cambodge, 2015a, 2015b)

มาตรการบรรเทาผลกระทบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับสายไฟฟ้า คือ การหลีกเลี่ยงแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญและเส้นทางการอพยพ โดยการปรับแนวสายไฟฟ้าไปยังนอกพื้นที่ที่นกฟลอริแคนเบงกอลผสมพันธุ์ การฝังสายไฟก็เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพเช่นกัน (Mahood et al., 2018) อุปกรณ์เบี่ยงเบนการบินของนก (แผ่นกลม หรือเกลียวที่ทำให้นกมองเห็นสายไฟฟ้าได้ง่ายขึ้น) สามารถติดตั้งได้ง่ายตามสายไฟฟ้าก่อนที่จะสร้างสายไฟฟ้า เพื่อลดอัตราการเสียชีวิต(Eng, 2016) โดยถือเป็นมาตรการที่มีต้นทุนต่ำ ง่ายทางเทคนิค และมีประสิทธิภาพในการลดการชนของนกกับสายไฟฟ้า มาตรการบรรเทาผลกระทบเหล่านี้ ในทางทฤษฎีสามารถติดกับสายไฟฟ้าได้หลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ แต่จะมีค่าใช้จ่ายสูง และยากต่อการขนส่ง(Mahood, 2021) มาตรการบรรเทาผลกระทบประเภทนี้ เป็นมาตรฐานในหลายประเทศที่วางแนวสายไฟฟ้าไปตามพื้นที่ที่ใช้ โดยสายพันธุ์ที่ถูกคุกคามทั่วโลกซึ่งเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากสายไฟฟ้า(Dixon et al., 2013)

การป้องกันที่พอเพียง

เป็นที่น่าเสียดายที่ การไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC) ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนโครงการ ไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำการบรรเทาผลกระทบที่ชัดเจนของการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (EIA) ล่วงหน้า ในการออกแบบที่ได้วางแผนไว้สำหรับสายไฟฟ้า เมื่อได้มีการสร้างสายไฟฟ้าขึ้นในปี 2019 ไม่มีการปกป้องสิ่งแวดล้อมเพื่อลดผลกระทบของสายไฟฟ้าต่อการย้ายถิ่นฐานของนกฟลอริแคนเบงกอล หรือเพื่อลดอัตราการชน การไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC) อ้างว่าได้ติดตั้งเครื่องหมายที่เป็นเส้นแล้ว อย่างไรก็ตาม จากการตรวจสอบโดยบุคคลที่สาม พบว่ามาตรการเหล่านี้ไม่รวมอยู่ในโครงการ

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้

การตรวจสอบและการวิจัย

แม้ว่ารัฐบาลกัมพูชาจะไม่ได้บรรจุการป้องกันสิ่งแวดล้อมใดในโครงการสายส่งกระแสไฟฟ้าโตนเลสาบ แต่สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศกัมพูชา ก็ยังคงรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของสายไฟฟ้าตามแนวขาว 5 กม. โดยใช้วิธีการที่เป็นที่ยอมรับทั่วโลก

สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ดำเนินการสำรวจซากสัตว์สัปดาห์ละครั้งตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2019 - มกราคม 2021โดยการศึกษาลดลง เนื่องจากการระบาดใหญ่ของ COVID-19 แต่จะมีการดำเนินต่อในอนาคต(Mahood, 2021) การสำรวจได้ดำเนินการโดยทีมงานของสมาชิกในชุมชนที่ทำงานให้กับสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ต่อนกฟลอริแคนเบงกอลเป็นเวลาหลายปี และมีประสบการณ์กับสายพันธุ์ของนกในพื้นที่ วิธีการสำรวจเป็นไปตามมาตรการมาตรฐาน สำหรับการประเมินการเสียชีวิตของนกที่เกี่ยวข้องกับสายไฟฟ้า

มีการสำรวจสายไฟฟ้าทั้งหมด 62 ครั้ง นักสำรวจพบซากสัตว์ 108 ตัว ประกอบไปด้วย 36 สายพันธุ์ รวมทั้งนกฟลอริแคนเบงกอล 4 ตัว (

ภาพที่ 9และภาพที่ 10) นอกจากนี้ ยังพบนกจาบปีกอ่อนอกเหลืองหนึ่งตัว นกอีกชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง เช่นเดียวกับนกกระทุงปากใบ 1 ตัว และนกกระสาสี 3 ตัว (ทั้งคู่ใกล้สูญพันธุ์แล้ว) ซากสัตว์ 108 ตัวที่พบในพื้นที่ศึกษา 5 กม. ในช่วงระยะเวลาการศึกษา 18 เดือน ควรได้รับการปฏิบัติเป็นค่าประมาณขั้นต่ำของจำนวนนกที่เสียชีวิตจากสายไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าว ในบริบทนี้ การเสียชีวิตของนกฟลอริแคนเบงกอล 4 ตัว จากสายไฟฟ้านั้นไม่ใช่เรื่องเล็กน้อย ส่งผลให้สูญเสียประชากรที่พื้นที่โตนเลสาบถึง 9% ในเวลาเพียง 18 เดือน

ภาพที่ 9 (ซ้าย): นกฟลอริแคนเบงกอล (*Houbaropsis bengalensis blandini*) เสียชีวิตจากการชนกันกับสายไฟฟ้าบนที่ราบลุ่มโตนเลสาบ ประเทศกัมพูชา เครดิตแก่ Simon Mahood

ภาพที่ 10 (ขวา): นกกระสาสี (*Mycteria leucocephala*) และนกสายพันธุ์อื่น ๆ ได้ปะทะกับสายไฟฟ้าใหม่บนที่ราบลุ่มโตนเลสาบ เครดิตแก่ Simon Mahood

นกฟลอริแคนเบงกอล เป็นนกที่มีมากเป็นอันดับที่ 6 ในชุดข้อมูลการเสียชีวิตจากสายไฟฟ้า การค้นพบนี้สอดคล้องกับการศึกษาระดับโลกอื่น ๆ ที่พบว่า สมาชิกของนกตระกูล bustard มีความเสี่ยงสูงที่จะชนกับสายไฟฟ้า (เช่น Martin & Shaw, 2010; Shaw et al., 2018) นอกจากนี้ การเสียชีวิตของนกฟลอริแคนเบงกอลทั้งหมดที่บันทึกไว้ระหว่างการสำรวจ เกิดขึ้นระหว่างการย้ายถิ่น ตำแหน่งและความสูงของการบินในระหว่างการอพยพของนกฟลอริแคนเบงกอล ทำให้นกเสี่ยงต่อการชนกับสายไฟฟ้า

สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่าแห่งประเทศกัมพูชา นำเสนอผลเหล่านี้ต่อการไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC) แต่ EDC อ้างว่าไม่มีหลักฐานว่าสายไฟฟ้าทำให้เกิดการเสียชีวิตของนก โดยนกอาจเสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่น (S. Mahood, Mekong Drivers Partnership, pers. comm.) ความคิดเห็นที่ว่า สายไฟฟ้าไม่ส่งผลกระทบให้นกฟลอริแคนเบงกอล และนกชนิดอื่น ๆ ได้รับบาดเจ็บเป็นที่แพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับภายในการไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC)

สำเร็จ หรือ ล้มเหลว?

การไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC) ล้มเหลวในเชิงปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ในประมวลกฎหมายสิ่งแวดล้อมของกัมพูชา เพื่อจัดการกับผลกระทบของสายไฟฟ้ากำปงจามไปถึงสายไฟฟ้าพระตะบองในแนวป้องกันโตนเลสาบ ไม่เคยมีการติดตั้งเครื่องป้องกันการบินของนก แม้ว่าจะมีคำแนะนำก่อนการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) สำหรับมาตรการดังกล่าว

สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า ประเทศกัมพูชา ได้นำเสนอหลักฐานต่อการไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC) ว่าสายไฟฟ้าส่งผลให้นกอพยพตามฤดูกาลได้รับบาดเจ็บจำนวนมาก รวมถึงนกฟลอริแคนเบงกอล 4 ตัวนั้นด้วย อย่างไรก็ตาม การไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC) ไม่เชื่อว่าสายไฟฟ้ามีผลกระทบต่อนกในพื้นที่ รวมถึงสายพันธุ์ที่ถูกระบุว่าได้รับภัยคุกคามที่ระบุโดยสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN)

การไฟฟ้าของประเทศกัมพูชา (EDC) มีความลังเลที่จะยอมรับว่าสาเหตุการเสียชีวิตของนกมาจากสายไฟฟ้า
ดังนั้นจึงไม่เต็มใจที่จะติดตั้งสัญลักษณ์แบบเส้นบนสายไฟฟ้าใหม่ มีความจำเป็นต้องเพิ่มเจตจำนงทางการเมือง และความมุ่งมั่นในการบริหาร
เพื่อดำเนินการตามข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมในกัมพูชาในอนาคต (Xia, 2020)
ดังที่แสดงให้เห็นโดยการขาดการป้องกันสำหรับสายส่งไฟฟ้ากำปงจามถึงพระตะบอง สถาบันของรัฐบาลได้บังคับให้ใช้กฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมที่ไม่เพียงพอ
และไม่สามารถรับรองการตรวจสอบผลกระทบจากสายไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

บทเรียนที่ได้รับ

การก่อสร้างสายไฟฟ้าผ่านพื้นที่อนุรักษ์โตนเลสาบตอนเหนือ ส่งผลให้มีอัตราการเสียชีวิตของนกฟลอริแคนเบงกอล
ซึ่งมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบระดับจำนวนประชากร อุปกรณ์เบี่ยงเบนการบินของนก เป็นอุปกรณ์ที่แนะนำในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม
(EIA) ล่วงหน้า สามารถช่วยลดอัตราการเสียชีวิตของนกฟลอริแคนเบงกอล และนกสายพันธุ์อื่น ๆ ได้ แต่ก็ไม่เคยติดตั้ง
การเพิ่มสิ่งเหล่านี้หลังการก่อสร้างไม่น่าจะเป็นไปได้เนื่องจากมีราคาแพง และมีความยากทางเทคนิคในการติดตั้งเพิ่มเติม
หรือการเพิ่มตัวเบี่ยงเบนการบินของนกกับสายไฟที่มีอยู่

ขอแนะนำว่า เมื่อมีการสร้างสายไฟฟ้าใหม่ในพื้นที่ที่มีนกฟลอริแคนเบงกอล หรือนกสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ถูกคุกคามจากทั่วโลก
ให้ติดอุปกรณ์เบี่ยงเบนการบินของนกระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ง่ายและราคาประหยัด รัฐบาลแนะนำให้ปฏิบัติตามข้อบังคับ
และการตรวจสอบกฎระเบียบเพื่อให้แน่ใจว่ามีการติดตั้งมาตรการป้องกัน ที่จะมีการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ของโครงการในอนาคต นอกจากนี้
ยังแนะนำให้ติดตามการตรวจสอบเพื่อกำหนดประสิทธิผลของมาตรการบรรเทาผลกระทบด้วย

ข้อมูลการติดต่อ

Simon Mahood, ผู้อำนวยการ Mekong Drivers Partnership: smahood@wcs.org

กรณีศึกษาที่ 4 เส้นทางรถไฟ: เมือง QINGHAI ระหว่าง HOH-XIL และ SANJIANGYUAN (จีน)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *รถไฟ*

ประเทศ: *จีน*

ที่ตั้ง: *เมือง Qinghai ระหว่าง Hoh-Xil และ Sanjiangyuan*

ชื่อโครงการ: *เส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR)*

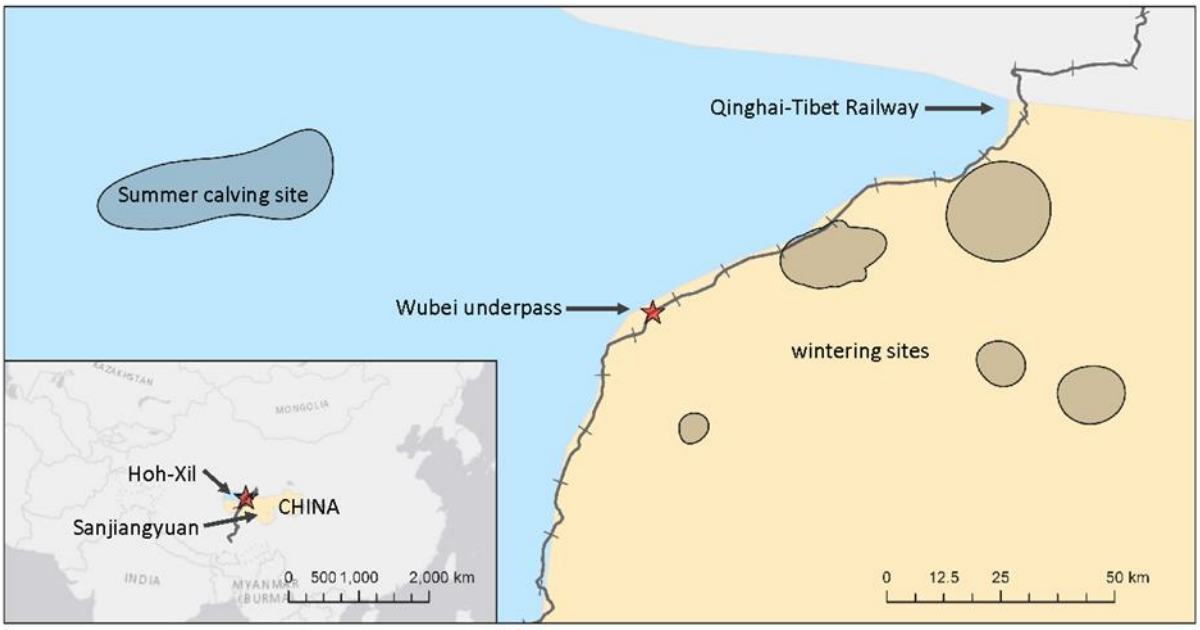
ผู้เสนอ: *รัฐบาลจีน*

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย

การประเมินผลกระทบ

ในชนบททางตะวันตกของจีน รถไฟที่สูงที่สุดในโลกขนส่งผู้คนถึง 1,956 กม. จาก Qinghai ไปยัง Tibet ที่ระดับความสูงเฉลี่ย 4,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ทางรถไฟถูกสร้างขึ้นผ่านภูมิประเทศที่รุนแรงของที่ราบสูงทิเบต เพื่อปรับปรุงการเข้าถึงทิเบต และเพื่อลดช่องว่างการพัฒนาระหว่างตะวันตกและตะวันออกของจีน (Railway Technology, 2006) โดยได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นโครงการรถไฟแห่งชาติที่สำคัญในปี 2001 และเริ่มก่อสร้างในปีเดียวกัน การก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) ต้องใช้เงินลงทุนกว่า 33 พันล้านหยวน (4.2 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐฯ) จากรัฐบาลกลางของจีน โดยแล้วเสร็จในเดือนตุลาคม 2005 (He et al., 2009) ทางรถไฟได้เปิดดำเนินการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ปี 2006

ด้วยภูมิประเทศที่กว้างใหญ่ไพศาล และมีความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ ที่ราบสูงทิเบตจึงเป็นแหล่งชีวนิเวศที่โดดเด่น มีสายพันธุ์เฉพาะมากมาย และที่มีความสำคัญเป็นพิเศษคือละมั่งทิเบต จำนวนของละมั่งทิเบตใน Hoh-Xil เป็น 1 ใน 4 ของประชากรสัตว์อพยพที่โดดเด่น ด้วยการอพยพย้ายถิ่นที่ยาวไกลระหว่าง Hoh-Xil (หรือ Kekexili) และเขตอนุรักษ์ธรรมชาติ Sanjiangyuan (Schaller, 1998; ภาพที่ 11) การย้ายถิ่นของละมั่งทิเบตสอดคล้องกับวัฏจักรการสืบพันธุ์ของผู้อพยพทางไกล โดยเกือบทั้งหมดเป็นตัวเมีย (Leslie & Schaller, 2008) ซึ่งย้ายจากสถานที่รับลมหนาวไปยังพื้นที่ในการตกลูกในเดือนพฤษภาคม (ภาพที่ 12) ดังนั้น การรบกวนเส้นทางการอพยพการย้ายถิ่นมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อจำนวนประชากรสัตว์อย่างไม่สมส่วน และมีผลกระทบร้ายแรงต่อความยั่งยืนของประชากรสัตว์ การอพยพระยะไกลของละมั่งทิเบตได้รับผลกระทบโดยตรงจากการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet เนื่องจากจะแบ่งเส้นทางการอพยพออกจากพื้นที่ตกลูกในฤดูร้อนประมาณ 40 กม.



ภาพที่ 11 แสดงที่ตั้งของแนวเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet และอุโมงค์ใต้ดิน Wubei พื้นที่ตกลูกในฤดูร้อนสำหรับละมั่งทิเบตตั้งอยู่ในเขตอนุรักษ์ธรรมชาติ Hoh-Xil (สีฟ้า) และสถานที่รับลมหนาวอยู่ในเขตอนุรักษ์ธรรมชาติ Sanjiangyuan (สีเหลือง) ในอีกด้านหนึ่งของเส้นทางรถไฟ เครดิตแก่ Wenjing X

ภาพที่ 12 แสดงละมั่งทิเบตบริเวณเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet ละมั่งทิเบตอพยพไปมาระหว่างพื้นที่ในการตกลูก และสถานที่รับลมหนาว การย้ายถิ่นของพวกมันมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการสืบพันธุ์ และการหยุดชะงักของการย้ายถิ่นส่งผลเสียโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเดินทางกลับเมื่อตัวเมียที่ให้นมต้องอพยพเพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานและเลี้ยงดูลูกของพวกมัน เครดิตแก่ Wenjing X

รายชื่อจาก IUCN ของสัตว์ที่ถูกคุกคาม หรือ สัตว์สายพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

ละมั่งทิเบต (*Pantholops hodgsonii*), กาเซลล์ทิเบต (*Procapra picticaudata*), จามรีป่า (*Bos mutus*), ลาป่า (*Equus kiang*), แบดเจอร์เอเชีย (*Meles leucurus*), พังพอนภูเขา (*Mustela altaica*)

คำแนะนำสำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การลงทุนเพื่อบรรเทาสิ่งแวดล้อมทั้งหมดสำหรับโครงการการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) อ้างว่ามีมูลค่ากว่า 220 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ ซึ่งรวมถึงทางข้ามทางรถไฟทั้งหมด 15 ทาง (สะพาน และสะพานลอย) ที่สร้างขึ้นภายในพื้นที่ Hoh-Xil–Sanjiangyuan โดยบริษัทรถไฟจีน เพื่อรักษาการเชื่อมต่อภูมิประเทศสำหรับสัตว์กีบเท้าและสัตว์ป่าอื่น ๆ

เฉพาะละมั่งทิเบต โครงสร้างทางแยกหลัก 4 แห่งได้รับการวางแผนสำหรับพื้นที่ Hoh-Xil (อุโมงค์ใต้ดิน Wubei, สะพาน Chumaer 1 และ 2 และสะพาน Wudaoliang) ซึ่งทั้งหมดนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สะดวกต่อการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่หลักของละมั่ง เช่น สถานที่รับลมหนาว และพื้นที่ในการตกลูก ยกเว้นบริเวณทางข้าม ทางรถไฟในพื้นที่ Hoh-Xil มีรั้วกั้นทั้งหมด ทำให้สิ่งก่อสร้างทางข้ามมีทางเดียวสำหรับละมั่งที่จะข้ามทางรถไฟ

การป้องกันที่พอเพียง

ไม่มีการศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยใช้ข้อมูลก่อนการก่อสร้างเพื่อประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นของการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) อย่างเต็มที่ต่อการอพยพของละมั่งทิเบต หรือเพื่อระบุตัวเลือกการบรรเทาผลกระทบที่ดีที่สุด
การประเมินผลกระทบส่วนใหญ่เกี่ยวกับละมั่งทิเบตนั้นอิงจากการสังเกตการณ์ภาคสนามว่า เส้นทางอพยพของพวกมันจะตัดกับทางรถไฟและทางหลวงใกล้เคียงที่ใด (Wenjing Xu, การสื่อสารส่วนบุคคล)

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้

การตรวจสอบและการวิจัย

แม้ว่าจะไม่มีบันทึกการติดตามอย่างเป็นทางการสำหรับการอพยพของละมั่งก่อนการก่อสร้างในพื้นที่ Hoh-Xil ในปี 2001 แต่รายงานบางฉบับระบุว่าละมั่งหลายพันตัวได้ใช้อุโมงค์หลังการก่อสร้าง และอัตราการใช้ก็เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป (Li et al., 2008; Xia et al., 2007)

อย่างไรก็ตาม การติดตามหลังการก่อสร้างเปิดเผย 2 ประเด็นด้วยกัน ประเด็นที่ 1 ในบรรดาละมั่งที่ใช้สิ่งก่อสร้างทางข้ามนั้น 100% ของสัตว์ที่อพยพไปทางทิศตะวันตก และ 97% ของสัตว์ที่อพยพไปทางทิศตะวันออกใช้ทางข้ามเพียงทางเดียว นั่นก็คือ อุโมงค์ใต้ดิน Wubei (Xia et al., 2007) ประเด็นที่ 2 การสังเกตตามการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) พบว่าละมั่งเดินทางไปตามทางรถไฟที่มีรั้วรอบขอบชิดก่อนข้าม ซึ่งแสดงว่ายังมีการหยุดชะงักต่อพฤติกรรมการอพยพตามธรรมชาติของสัตว์และเส้นทาง (Buho et al., 2011; Manayeva, 2014) จนถึงปัจจุบัน ทางข้ามการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) ได้รับการประเมิน โดยการนับจำนวนสัตว์ที่ใช้แต่ละโครงสร้างเท่านั้น แม้ว่าการข้ามเขตจะประสบความสำเร็จทั้งหมด แต่จำนวนทางเดินที่ประสบความสำเร็จไม่จำเป็นต้องวัดหรือหมายถึงการสะท้อนประสิทธิภาพของทางเดิน และไม่ได้หมายถึงสิ่งก่อสร้างทางข้ามนั้นทำงานได้อย่างสมบูรณ์ เพื่อรักษาความเชื่อมโยงของแหล่งที่อยู่อาศัยหรือไม่

เนื่องจากมีการเน้นหนักไปในเรื่องอุโมงค์ใต้ดิน Wubei จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมของละมั่งรอบโครงสร้างนี้ (ภาพที่ 13และ ภาพที่ 14) การศึกษาได้ตรวจสอบผลกระทบของอุโมงค์ Wubei ต่อรูปแบบการอพยพ และการเชื่อมโยงการย้ายถิ่นโดยใช้แบบจำลองการเดินทาง (Xu et al., 2019) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การที่อุโมงค์ใต้ดินได้รับการประเมิน เพื่อพิจารณาว่าตำแหน่งของมันส่งผลต่อเส้นทางการย้ายถิ่น และประสิทธิภาพการเดินทางอย่างไร การศึกษาการติดตามละมั่งทิเบต ได้ใช้ชุดข้อมูลจากระบบที่ใช้ระบุตำแหน่งทั่วโลกที่แม่นยำ [GPS] เพื่อเปรียบเทียบการย้ายถิ่นจริงกับการย้ายถิ่นที่ "เหมาะสมที่สุด" หรือเส้นทางที่มีการใช้พลังงานน้อยที่สุดตามภูมิประเทศ ผลการศึกษาพบว่า แม้อุโมงค์ใต้ดินจะช่วยอำนวยความสะดวกในการอพยพของละมั่ง แต่สัตว์ก็ยังคงเบี่ยงเบนไปจากเส้นทางการอพยพที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งการเบี่ยงเบนนี้นำไปสู่ระยะทางที่เพิ่มขึ้น และใช้พลังงานมากขึ้น การย้ายถิ่นของสัตว์มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการสืบพันธุ์ และการหยุดชะงักของการย้ายถิ่น มีผลเสียอย่างยิ่งในการเดินทางกลับ

เมื่อตัวเมียที่อยู่ในช่วงให้นมต้องอพยพเพื่อตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน และให้อาหารแก่ลูกของพวกมัน แม้จะมีทางลอดอีก 2 ทางที่อยู่ใกล้กับเส้นทางการอพยพที่เหมาะสมที่สุด แต่มีละมั่งเพียงไม่กี่ตัวที่ใช้ทางลอดนั้น เชื่อกันว่าการไม่ใช้งานนั้นเกิดจากการที่อุโมงค์ใต้ดินอื่น ๆ มีขนาดเล็กกว่า (ความกว้าง) และใกล้กับทางหลวงมาก และการรบกวนจากการจราจรอาจทำให้เกิดการใช้งานไม่ได้มาก (Wenjing Xu, การสื่อสารส่วนบุคคล)

ภาพที่ 13 แสดงเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet ในภาคกลางของจีน การอพยพทางไกลของละมั่งทิเบต ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet โครงสร้างทางแยกหลัก 4 แห่งถูกสร้างขึ้นสำหรับพื้นที่ Hoh-Xil รวมถึงอุโมงค์ Wubei เครดิตแก่ Wenjing X

ภาพที่ 14 แสดงอุโมงค์ใต้ดิน Wubei ช่วยให้ละมั่งทิเบตเดินลอดใต้รางรถไฟได้ อุโมงค์ทางลอด 4 ช่องเป็นวิธีเดียวที่ละมั่งทิเบตที่จะข้ามทางรถไฟ เนื่องจากทางรถไฟทั้งหมดมีรั้วกั้นอยู่ จากอุโมงค์ใต้ดิน 4 แห่งนั้น ละมั่งทิเบตมีการใช้อุโมงค์ Wubei มากที่สุด เครดิตแก่ Wenjing X

สำเร็จ หรือ ล้มเหลว?

การก่อสร้างทางเส้นรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) เป็นโครงการรถไฟแห่งแรกในจีน ที่รวมมาตรการบรรเทาสัตว์ป่าด้วยการออกแบบ และก่อสร้างจากความเห็นด้านนโยบาย และการดำเนินการ โครงการประสบความสำเร็จในการยกระดับแนวปฏิบัติในการบรรเทาผลกระทบของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ต่อประชากรสัตว์ป่า โดยใช้วิธีการที่พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพในที่อื่น ๆ ในโลก การก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) ได้รับการเผยแพร่อย่างมากทั้งใน และนอกประเทศจีน ทำให้เกิดการตระหนักรู้เกี่ยวกับเทคนิคการเดินทางของสัตว์ป่าสำหรับโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) สิ่งแวดล้อมมีความสำคัญเช่นเดียวกับความต้องการเฉพาะของสัตว์ป่าที่ได้รับผลกระทบจากโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) อย่างไรก็ตาม สิ่งที่สำคัญกว่า คือ การใช้ข้อมูลก่อนการก่อสร้างที่เชื่อถือได้ เพื่อแจ้งตำแหน่งและประเภทของการป้องกันสิ่งแวดล้อมที่ได้รับการแนะนำ ในขณะที่การรวมสิ่งก่อสร้างทางข้ามเป็นสิ่งสำคัญ โครงการการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) ล้มเหลว โดยที่ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ก่อนการก่อสร้างที่เหมาะสมของรูปแบบการย้ายถิ่นของละมั่งทิเบต และเส้นทางการเดินทางเฉพาะระหว่างสถานที่รับลมหนาว และพื้นที่ในการตกลูก

ในขณะที่อุโมงค์ใต้ดิน Wubei ช่วยอำนวยความสะดวกในการอพยพของละมั่งทิเบต โดยอนุญาตให้สัตว์ข้ามเขตการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) การวิจัยชี้ให้เห็นว่าอุโมงค์ Wubei ไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ทำให้สัตว์เบี่ยงเบนไปจากเส้นทางการอพยพที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้สิ่งก่อสร้างทางข้าม (Xu et al., 2019) ความเบี่ยงเบนนี้เด่นชัดที่สุดในบริเวณใกล้กับอุโมงค์ใต้ดินมากที่สุด ซึ่งบ่งชี้ว่า ละมั่งขยายเส้นทางการเดินทาง และการย้ายถิ่นของพวกมันโดยไม่จำเป็น เพื่อข้ามทางรถไฟผ่านอุโมงค์ใต้ดิน Wubei และทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

บทเรียนที่ได้รับ

จากกรณีศึกษาเกี่ยวกับการอพยพของสัตว์ที่มีกีบเท้านี้ เราเรียนรู้ว่า ควรมีการศึกษาการเดินทางของสัตว์ และพฤติกรรมก่อน และหลังการสร้างทางลอด เพื่อดูผลกระทบที่แท้จริง และประสิทธิภาพของโครงสร้างในการบรรเทาผลกระทบที่มีจุดประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทาง นี่เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสายพันธุ์ของสัตว์ที่มีกีบเท้าที่อพยพย้ายถิ่น ซึ่งเชื่อมโยงกับพื้นที่ในการตกลูก และสถานที่รับลมหนาว

การวางแผนเพื่อลดผลกระทบจากโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ได้รับประโยชน์จากการมีนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในช่วงเริ่มต้นของการออกแบบ จำเป็นต้องมีการวิจัยทางวิทยาศาสตร์อย่างครอบคลุมก่อนการก่อสร้าง เพื่อให้ทราบแนวทางแก้ไขที่สมดุลกับความต้องการของประชากรสัตว์โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) และประชากรสัตว์ป่าได้ดีที่สุด การตรวจสอบหลังการก่อสร้างมีความสำคัญเท่าเทียมกัน เพื่อให้สามารถประเมินประสิทธิภาพการป้องกัน และพิจารณาว่าเป็นไปตามเป้าหมายของการออกแบบ และตามวัตถุประสงค์หรือไม่

เกณฑ์การประเมินความสำเร็จก็มีความสำคัญเช่นกัน และจำเป็นต้องเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนก่อนการก่อสร้าง ในกรณีศึกษาการก่อสร้างเส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet (QTR) ไม่ได้กำหนดเกณฑ์อื่นใดนอกจากการพิจารณาว่า ละมั่งใช้ทางลอดหรือไม่ ไม่ใช่เพียงว่าตำแหน่งของทางลอดส่งผลต่อการย้ายถิ่นทางไกลตามฤดูกาลอย่างไร แต่ยังเป็นความจำเป็นสำหรับละมั่งอีกด้วย การศึกษาอย่างละเอียดถี่ถ้วน และเฉพาะเจาะจงดังกล่าว มีความจำเป็น ไม่เพียงแต่เพื่อให้แน่ใจว่ามีทางข้ามอยู่ในสถานที่ที่สำคัญเท่านั้น แต่เพื่อให้มีการออกแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่ออำนวยความสะดวกในการข้ามผ่านของสัตว์ บทเรียนเหล่านี้ได้รับการเรียนรู้ทั้งด้านบวก และด้านลบ จำเป็นต้องระบุการวางแผน และออกแบบโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ในอนาคต

การศึกษาแบบจำลองทางลอดของอุโมงค์ Wubei ใช้ชุดข้อมูลการติดตามละมั่งทิเบตชุดแรก และชุดเดียวที่มีอยู่ เพื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองการทำนายทางเดินที่ดีที่สุด 2 แบบ วิธีการที่ซับซ้อนอื่น ๆ เช่น การเลือกทรัพยากรหรือขั้นตอนการเลือกวิธี ร่วมกับเทคโนโลยีการติดตามที่แม่นยำยิ่งขึ้น เช่น การใส่ปลอกคอ GPS อาจเป็นการเสนอความต้านทานของการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลที่ดีขึ้นต่อแบบจำลองการย้ายถิ่นของสายพันธุ์ที่มีความต้องการที่อยู่อาศัยเฉพาะในระหว่างการอพยพ

ข้อมูลการติดต่อ

Wenjing Xu, นักวิทยาศาสตร์ด้านสัตว์ป่า มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย, Berkeley: wenjing.xu@berkeley.edu

Wang Yun, สถาบันวิทยาศาสตร์การคมนาคมของจีน: wangyun80314@163.com

กรณีศึกษาที่ 5 ถนน: ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก, NARAYANGHAT-BUTWAL (เนปาล)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *ถนน*

ประเทศ: *เนปาล*

ชื่อ/ที่ตั้งโครงการ: *ทางหลวงมเฮนดรา, Narayanghat-Butwal (NB)*

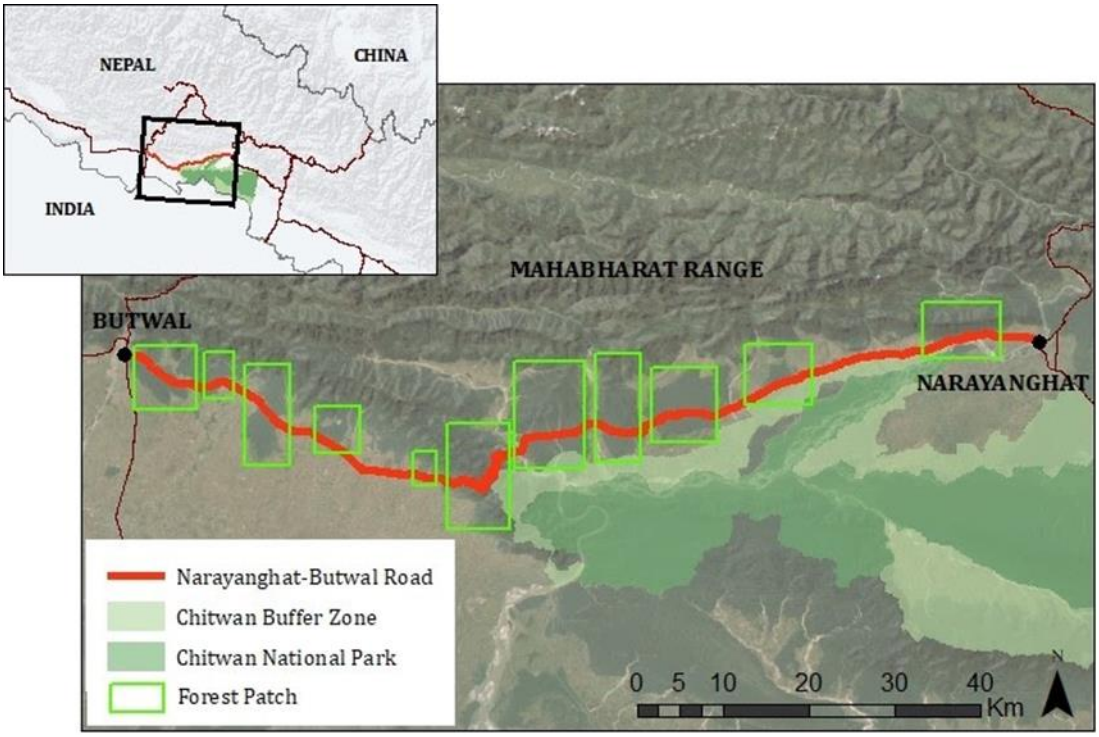
ผู้เสนอ: *รัฐบาลเนปาล, ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB)*

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย

การประเมินผลกระทบ

ส่วนเส้นทางถนนสาย Narayanghat - Butwal (NB) ของทางหลวงมเฮนดราของเนปาล เป็นถนนลาดยาง 2 เลน ที่วิ่งเป็นระยะทาง 115 กม. ผ่านตอนกลางทางใต้ของเนปาล และมีแผนที่จะขยายเป็น 4 เลนในอีก 3 ปีข้างหน้า มีระยะทาง 64 กม. ที่ตัดผ่านภูมิประเทศที่เป็นป่าในเขตอนุรักษ์เทไร อาร์ค (TAL) ซึ่งรวมถึงถนนยาว 24 กม. ที่เป็นแนวพรมแดนด้านเหนือของเขตกันชนของอุทยานแห่ง Chitwan (CNP) (ภาพที่ 15) พื้นที่โครงการมีสัตว์ป่าหลายสายพันธุ์มากที่สุดในเนปาล รวมทั้งช้างเอเชีย แรดนอเดียว และเสือดาว พื้นที่ดังกล่าว ยังเป็นที่อยู่ของเสือโคร่งเบงกอล ซึ่ง IUCN จัดให้เป็นสัตว์ใกล้สูญพันธุ์ โดยระบุให้เป็นอุทยานแห่งชาติของเนปาล และพระราชบัญญัติการอนุรักษ์สัตว์ป่าคุ้มครอง ขณะที่เสือโคร่ง และสายพันธุ์อื่น ๆ เดินทางระหว่าง อุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) และพื้นที่ป่าอื่น ๆ ทางตอนเหนือ พวกมันถูกบังคับให้ข้ามถนนสาย Narayanghat - Butwal การขยายถนนในส่วนที่เสนอนี้ จัดอยู่ในประเภท ก (A) ตามคำชี้แจงนโยบายการปกป้องของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ซึ่งหมายความว่าโครงการ "มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทางลบอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ มีความหลากหลาย หรือไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน" (Asian Development Bank, 2009)

ถนน 4 เลนที่ได้วางแผนไว้จะขยายเป็นทางขวา 50 ม. และจะตัดผ่านผืนป่า 6 แห่ง ในเขตป้องกันของอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) เป็นระยะทางรวม 47 กม. (ภาพที่ 16) ความเสี่ยงเฉพาะในระยะยาวของการขยายตัวที่รวมอยู่ในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ของโครงการคือ (1) จำนวนสัตว์ป่าที่เสียชีวิตเพิ่มขึ้น (2) การรุกล้ำพื้นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเข้าถึงของมนุษย์ที่ดีขึ้น และ (3) ความเสื่อมโทรมของป่าไม้และที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติบริเวณริมถนนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการสัญจรของยานพาหนะ และกิจกรรมของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 15 แสดงความยาวของทางหลวง Narayanghat-Butwal (NB) และที่ตั้งของผืนป่าที่มีการเฝ้าระวังก่อนการก่อสร้าง เขตป้องกันของอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) บนพรมแดนด้านเหนือของอุทยาน และผืนป่าที่อยู่ติดกันเชื่อมโยงอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) กับเทือกเขา Mahabharat อ้างอิงจาก Karki ปี 2020

ภาพที่ 16 : ถนนสองเลนที่มีอยู่ระหว่าง Narayanghat และ Butwal (NB) เครดิตแก่ Anthony P. Clevenger.

มีการรวบรวมข้อมูลก่อนการก่อสร้างน้อยมากที่สามารถวิเคราะห์เพื่อแจ้งการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ไม่มีการเก็บรวบรวม หรือหาข้อมูลจากหน่วยงานระดับชาประเทศ เกี่ยวกับการชนของสัตว์ป่ากับยานพาหนะในพื้นที่ Narayanghat และ Butwal (NB) รูปแบบการย้ายถิ่นของเสือโคร่ง สายพันธุ์อื่น ๆ ที่ระบุไว้ในสมาชิกของสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) และสายพันธุ์เฉพาะที่อิงตามข้อมูลประวัติ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากการพบปะกับผู้ถือประโยชน์ร่วม

รายชื่อสัตว์ที่ถูกคุกคามของ IUCN หรือ สัตว์สายพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

เสือเบงกอล (*Panthera tigris tigris*), แรดนอเดียว (*Rhinoceros unicornis*), เสือดาว (*Panthera pardus*), หมีสลอธ (*Melursus ursinus*), กวางดาว (*Cervus axis*), กวางป่า (*Rusa unicolor*), เก้ง (*Muntiacus muntjac*), กระทิง (*Bos gaurus*), หมาใน (*Canis aureus*)

ข้อเสนอแนะสำหรับการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) จากโครงการถนนสาย Narayanghat - Butwal (NB)

ภายในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) คำแนะนำในการปกป้องสัตว์ป่าสำหรับโครงการได้มาจากหลายแหล่ง ได้แก่ (1) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ตีพิมพ์ในวารสารทางวิทยาศาสตร์ และรายงานการอนุรักษ์เสือในเนปาล และอุทยานแห่งชาติ Chitwan (2) คำแนะนำจากหน่วยงานทรัพยากรธรรมชาติของเนปาล และองค์กรพัฒนาเอกชน และ (3) แนวทางจากรายงาน “โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวอัจฉริยะในกลุ่มประเทศที่มีเสือโคร่ง” (Quintero et al., 2010)

การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ของโครงการ แนะนำมาตรการบรรเทาผลกระทบหลายประการ เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และจัดการกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับสัตว์ป่าได้ ซึ่งรวมถึง (1) การก่อสร้างอุโมงค์สัตว์ป่า 5 แห่ง ควบคู่ไปกับการปลูกป่า เพื่อนำสัตว์ป่าไปยังโครงสร้างเพื่อการข้ามถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (2) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และ (3) การดำเนินโครงการปลูกป่าทดแทน (DoR, 2016) ตามมาตรการที่ได้วางแผนไว้ สรุปได้ว่าโครงการปฏิบัติตามเงื่อนไข 3 ประการของการบรรเทาผลกระทบ ค่าตอบแทน และการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพสำหรับโครงการที่อยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญภายใต้คำชี้แจงนโยบายการปกป้องของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB)

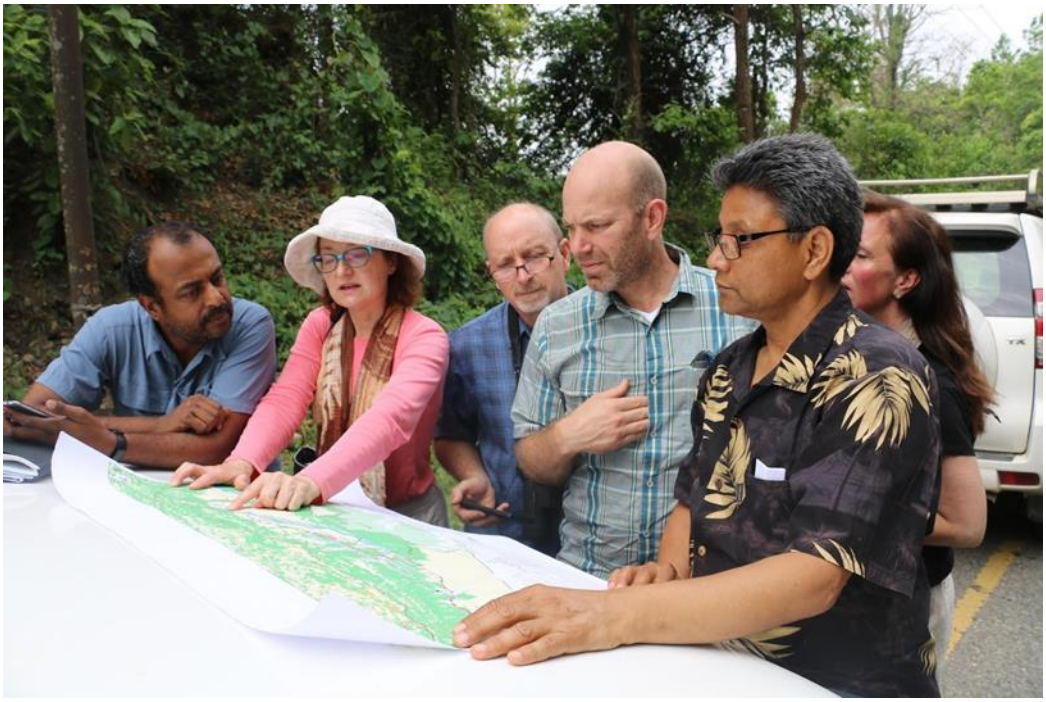
หลังจากมีการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ในระหว่างขั้นตอนก่อนการก่อสร้าง ได้มีการศึกษาสัตว์ป่าเพื่อตรวจสอบ และยืนยันความเหมาะสมของที่ตั้ง การออกแบบ และจำนวนทางลอดของสัตว์ป่า ในที่สุด ก็ได้มีการนำผลการศึกษามาใช้เพื่อปรับแต่งข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินความเพียงพอในการป้องกัน

การป้องกันที่พอเพียง

มีการศึกษาภาคสนามหลังการอนุมัติขององค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) สำหรับโครงการที่ได้รับทุนสนับสนุนจากธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (โครงการหมายเลข 48337-002) องค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) เลือกโครงการนี้เพื่อศึกษาข้อกังวลที่รัฐบาลสหรัฐฯ แสดงต่อธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย ก่อนอนุมัติโครงการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ การบรรเทาผลกระทบ และการติดตามผลกระทบที่อาจเกิดกับแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ป่าในพื้นที่โครงการ

องค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) ระบุโครงการสำหรับการตรวจสอบหลังการอนุมัติที่มีแนวโน้มว่าจะส่งผลเสียต่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ประชากรสัตว์ หรือสุขภาพ(USAID, 2013) จากการศึกษาเหล่านี้ องค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) ตั้งเป้าที่จะประเมินประสิทธิผลของการดำเนินการป้องกัน ซึ่งรวมถึงขอบเขตที่คำแนะนำของรัฐบาลสหรัฐฯ และความเพียงพอ ที่รวมเข้าด้วยกันไว้ก่อนหน้านี้ การทบทวนหลังการอนุมัติ ยังเปิดโอกาสให้ องค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) ได้เสริมสร้างประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม และสังคมของโครงการ ด้วยการให้คำแนะนำในการป้องกันเพิ่มเติม

การศึกษาได้รับการระบุจากการวิจัยภาคทฤษฎีและภาคสนาม รวมถึงการศึกษาวารสาร การสัมภาษณ์มากกว่า 40 ครั้ง กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้เชี่ยวชาญของโครงการ และการสังเกตด้านใน และรอบ ๆ พื้นที่โครงการ (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 แสดงตัวแทนจากองค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID), กระทรวงการคลังสหรัฐฯ, กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล และหรือกองทุนอนุรักษ์สัตว์ป่าแห่งอินเดีย ระหว่างการตรวจสอบภาคสนามของการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ได้แนะนำพื้นที่ทางผ่านของสัตว์ป่าบนถนน Narayanghat-Butwal ในเดือนมิถุนายน 2019 เครดิตแก่ กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล

ผลการศึกษาขององค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) (Dear et al., 2019) ที่เกี่ยวกับข้อบกพร่องของโครงการคือ

- แนวทางโครงการสำหรับโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) ไม่เพียงพอ และไม่เป็นไปตามมาตรฐานสากล
- การสำรวจสัตว์ป่าก่อนการก่อสร้าง ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อระบุพื้นที่ที่เหมาะสม ตัวเลข และการออกแบบมาตรการบรรเทาผลกระทบเพื่อปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพที่เหมาะสมที่สุด
- การระบายน้ำบริเวณทางข้ามออกแบบมาสำหรับอุทกวิทยา แต่อาจกลายเป็นทางผ่านของสัตว์ป่า ซึ่งไม่ได้รับการตรวจสอบว่าโครงสร้างเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นทางผ่านสำหรับสัตว์ป่าหรือไม่
- ข้อเสนอแนะที่ได้วางแผนไว้ ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบในระดับสากล หรือระดับภูมิภาคสำหรับประเภทโครงสร้าง ความถี่ ระยะห่าง ขนาด การป้องกัน และการลดทอนเสียง
- เงินทุนสำหรับการติดตาม และประเมินผลก่อน และหลังการก่อสร้างไม่เพียงพอสำหรับงบประมาณโครงการ
- การสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยไม่ได้รับการพิจารณาในข้อเสนอแนะสำหรับการป้องกัน
- ไม่มีผู้เชี่ยวชาญด้านนิเวศวิทยาทางถนนให้ข้อมูล หรือกำกับดูแลโดยตรง
- งบประมาณโครงการน่าจะไม่เพียงพอ ที่จะสร้างการป้องกันที่เหมาะสม

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้

การตรวจสอบและการวิจัย

โครงการเริ่มก่อสร้างในส่วนแรกช่วงต้นปี 2020 (ภาพที่ 18) ไม่มีการตรวจสอบ หรือการวิจัยในขณะที่เขียนนี้ อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบการย้ายถิ่นของสัตว์ป่า (กับดักกล้อง) และการสำรวจการเสียชีวิตบนท้องถนน มีการวางแผนสำหรับส่วนที่ยังไม่ได้สร้าง (ก่อนการก่อสร้าง) และส่วนที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง (ระหว่างการก่อสร้าง)

หลังจากรายงานของหน่วยงานเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) ถูกเผยแพร่
ข้อมูลจากการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ป่าได้รับการวิเคราะห์ใหม่ในการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA)
เพื่อตรวจสอบและยืนยันความเหมาะสมของตำแหน่ง การออกแบบ และจำนวนทางลอดของสัตว์ป่า (Karki, 2020)
งานนี้ส่งผลให้เกิดข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบใหม่ โดยมีทางลอดของสัตว์ป่า 112 ทาง
(มีขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงใหญ่มาก) และสะพานลอยสำหรับสัตว์ป่า 2 แห่ง (กว้าง 50 ม.) ตามมาตรา 115 กม. ของทางข้ามสาย Narayanghat - Butwal กลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบที่แนะนำรวมกับโครงสร้างการระบายน้ำที่มีอยู่จำนวนมาก
ซึ่งอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยของพื้นที่ป่าที่มีความสำคัญ ซึ่งสามารถปรับปรุงเพื่อรองรับการเดินเท้าของสัตว์ป่า (ภาพที่ 19)

ภาพที่ 18 แสดงการก่อสร้างเริ่มขึ้นจากการกำจัดพืชพรรณบนทางขวาของทางบนถนน 2 เลนระหว่าง Narayanghat และ Butwal (NB) เครดิตแก่ Anthony P. Clevenger.

ภาพที่ 19 แสดงสะพานที่มีทางลอดคู่ขนานที่มีอยู่ในปัจจุบันมีศักยภาพเป็นทางผ่านของสัตว์ป่าอย่างจำกัด โครงสร้างนี้มีการวางแผน เพื่อแทนที่ด้วยสะพานรองช่วงเดียวสูง 6 ม. และกว้าง 16 ม. เครดิตแก่ Anthony P Clevenger

สำเร็จ หรือ ล้มเหลว?

เริ่มแรก โครงการล้มเหลวในการประเมินผลกระทบด้านลบต่อสัตว์ป่าอย่างเพียงพอ และพัฒนากลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบอย่างเข้มงวดอย่างเหมาะสม โดยอิงจากการวิจัยภาคสนามก่อนการก่อสร้าง และแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด คำขอระงับการก่อสร้างของหน่วยงานเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศสหรัฐฯ (USAID) ส่งผลให้โครงการล่าช้า และอนุญาตให้กรมถนนของเนปาล (DoR) และ ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ประเมินผลกระทบของโครงการใหม่ และพัฒนากลยุทธ์บรรเทาผลกระทบที่ครอบคลุมมากขึ้น โดยผสมผสานทั้งข้อมูลภาคสนาม และแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดระดับสากล ในท้ายที่สุด การปฏิบัติดังกล่าวได้ปรับปรุงขีดความสามารถในเนปาล เพื่อจัดการกับผลกระทบของทางหลวง 4 เลนอย่างเพียงพอต่อสัตว์ป่า และความจำเป็นในการเชื่อมต่อแหล่งที่อยู่อาศัย ความสามารถที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีการพัฒนา การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) การออกแบบการศึกษาสัตว์ป่าที่ดีขึ้น วิธีการรวบรวมข้อมูลสัตว์ป่าที่ได้รับการปรับปรุง การวิเคราะห์คุณภาพสูงขึ้น และการใช้ข้อมูลนี้ในการปกป้องสัตว์ป่าที่มีความหมายมากขึ้น

บทเรียนที่ได้รับ

ในขั้นต้น การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ของโครงการถนนสาย Narayanghat - Butwal (DoR, 2016) ได้รวมการระบุโครงสร้างการทำงาน 5 แบบ (การระบายน้ำ และทางเดินของสัตว์ป่า) ในโครงสร้างเพื่อให้แน่ใจว่ามีการผ่านที่ปลอดภัย โดยมีกลุ่มสัตว์ป่าหลากหลายสายพันธุ์ข้ามทางหลวง โดยประกอบด้วยท่อระบายน้ำ 2 จุด และสะพานย่อย/สะพานเล็ก 3 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่บริเวณทางเดินของสัตว์ป่าที่ระบุได้ 6 แห่ง ในระยะทาง 53 กม. ของแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของเสือโคร่ง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยโครงการถนนส่วนทางรถไฟ Narayanghat - Butwal (NB) ซึ่งโดยเฉลี่ยจะมีโครงสร้างทางเดินของสัตว์ป่าเพียง 1 แห่งต่อที่อยู่อาศัยที่เป็นป่า 10.6 กม.

กลยุทธ์เพื่อบรรเทาปัญหาถนนส่วนทางรถไฟ Narayanghat - Butwal (NB) ฉบับแก้ไข สะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นร่วมกันของกรมถนนของเนปาล (DoR) และธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ในการพัฒนาแนวทางที่ครอบคลุมมากขึ้นในการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ

การประเมินโครงสร้างการระบายน้ำตามแผน ขึ้นอยู่กับเกณฑ์การออกแบบ 4 ข้อที่พิจารณาถึงโครงสร้างทางผ่านของสัตว์ป่าที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ (Asian Development Bank, 2019b) (1) การเปิดโครงสร้าง (2) ขนาดโครงสร้าง (3) ประเภทโครงสร้าง และ (4) ระยะห่างของโครงสร้าง

กลยุทธ์การลดผลกระทบที่แก้ไขแล้วนี้ สะท้อนให้เห็นถึงวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของการใช้งานโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวที่มีประสิทธิภาพในเอเชีย เพื่อปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา รายงานการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ได้รับการตีพิมพ์ในปี 2016 เมื่อไม่มีแนวทางหรือประสบการณ์ในประเทศเนปาล หรือภูมิประเทศในเขตอนุรักษ์เทไร อาร์ค (TAL) ที่จะจัดการกับผลกระทบบนทางหลวง 4 เลนต่อการเสียชีวิตของสัตว์ป่า และการเชื่อมต่อที่อยู่อาศัยอย่างเพียงพอ นับตั้งแต่นั้นมาธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB), สถาบันสัตว์ป่าแห่งอินเดีย (WII) และ กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ - เนปาล (WWF) ได้พัฒนาแนวทางปฏิบัติดังกล่าวขึ้น สิ่งเหล่านี้เป็นแนวทางพื้นฐาน และจะได้รับการปรับปรุงด้วยการวิจัยเพิ่มเติม และการติดตามโครงการขนส่งในอนาคต

กรณีศึกษานี้ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของความมุ่งมั่น และความสามารถในท้องถิ่นของผู้ถือประโยชน์ร่วม ในโครงการในการวางแผน ออกแบบ และดำเนินมาตรการบรรเทาผลกระทบ อีกบทเรียนหนึ่ง คือความสำคัญของการกำกับดูแลภายนอก และคุณค่าของแนวทางเฉพาะระดับประเทศหรือระดับภูมิภาคในการระบุโครงการต่าง ๆ ในขั้นตอนการวางแผน และออกแบบ

ข้อมูลการติดต่อ

Karma Yangzom, ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): kyangzom@adb.org

Dr. Jhamak Karki ที่ปรึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): jbkarki@gmail.com

Norris Dodd, ที่ปรึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): doddnbenda@cableone.net

Pramod Neupane, กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ-เนปาล: pramode.neupane@wwfnepal.org

กรณีศึกษาที่ 6 เส้นทางรถไฟ: เส้นทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก (เนปาล)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *เส้นทางรถไฟ*

ประเทศ: *เนปาล*

ชื่อโครงการ/ที่ตั้ง: *เส้นทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก สาย Chitwan-Parsa*

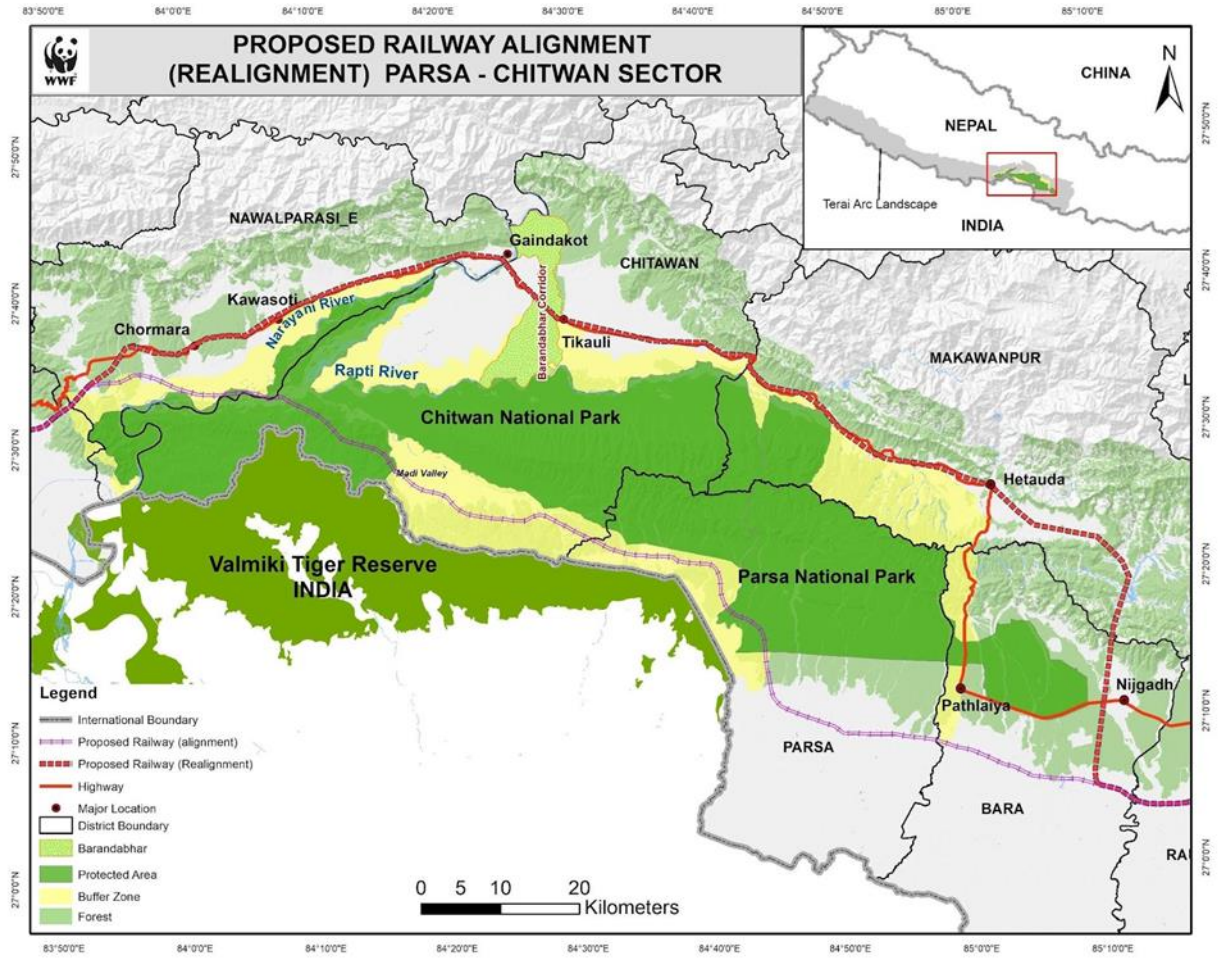
ผู้เสนอ: *รัฐบาลเนปาล*

การวางแผนและนโยบายการป้องกันภัย

การประเมินผลกระทบ

เส้นทางรถไฟสายตะวันออก - ตะวันตกเป็นเส้นทางรถไฟรางเดียวที่วางแผนไว้ ซึ่งจะวิ่งเป็นระยะทาง 945 กม. ข้ามประเทศเนปาล ผ่านเขตอนุรักษ์เทไร อาร์ค (TAL) 24 เขต รถไฟสายนี้เป็นหนึ่งในลำดับความสำคัญระดับชาติของเนปาล และจะเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายรถไฟทรานส์เอเชีย ซึ่งรัฐบาลเนปาลลงนามในฐานะผู้ถือประโยชน์ร่วมในปี 2006 และอนุมัติในปี 2012 โครงการนี้บริหารจัดการโดยกรมรถไฟ (DoRW) ภายใต้กระทรวงโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ และการขนส่ง รัฐบาลเนปาลได้ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นสำหรับทางรถไฟในปี 2010 เพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ ยังมีการตรวจสอบเส้นทางทางเลือกโดยคำนึงถึงความสามารถในการก่อสร้าง เศรษฐกิจ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการเข้าถึงของประชากรในท้องถิ่นไปยังสถานีรถไฟ

ส่วนหนึ่งของการจัดแนวทางรถไฟ (Simara to Tamsariya) ที่ตัดโดยตรงผ่านอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) องค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) และอุทยานแห่งชาติ Parsa ที่อยู่ใกล้เคียง (PNP; ภาพที่ 20) ภูมิประเทศเขตอนุรักษ์เทไร อาร์ค (TAL) และพื้นที่คุ้มครอง ของอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) และ อุทยานแห่งชาติ Parsa (PNP) มีสัตว์ป่ามากมายหลายชนิด ซึ่งมีความหลากหลายมากที่สุดในเนปาล เขต Chitwan-Parsa ยังเป็นภูมิประเทศที่มีเสือโคร่งหนาแน่น และปัจจุบันยังไม่มีการตัดแยกโดยโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) คณะกรรมการมรดกโลก (WHC) มีความกังวลว่า การก่อสร้างและการดำเนินงานของทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก จะส่งผลกระทบต่อการเชื่อมต่อแหล่งที่อยู่อาศัยสำหรับประชากรสัตว์ป่าที่มีความสำคัญระดับภูมิภาค และส่งผลกระทบต่อ “คุณค่าสากลที่โดดเด่น” ของพื้นที่ในเชิงลบ องค์การอนามัยโลกจึงขอให้ระงับการก่อสร้างทั้งหมดจนกว่า การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) จะแล้วเสร็จ (World Heritage Convention, 2014) เป็นที่ทราบว่า กรมอุทยานแห่งชาติ และการอนุรักษ์สัตว์ป่าของเนปาล (DNPWC) ได้คัดค้านการจัดแนวทางดังกล่าวผ่านคณะกรรมการมรดกโลก (WHC) ขอเพิ่มเติมว่าควรพิจารณาทางเลือกอื่นเพิ่มเติม เนื่องจากการจัดแนวทางเลือกทั้งหมดผ่านอุทยานด้วย (Van Merm & Talukdar, 2016; World Heritage Convention, 2014)



ภาพที่ 20 แสดงแนวเส้นทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตกที่เสนอในพื้นที่อุทยาน Chitwan-Parsa ก่อนหน้านี้ส่วนทางรถไฟนี้มีการวางแผนผ่านอุทยานแห่งชาติ Chitwan (สายสีม่วง) แต่ต่อมาได้ปรับแนว (สายสีแดง) ห่างจากอุทยานตามการจัดแนวทางหลวงมเฮนดรา ที่อยู่ติดกันจากเมือง Hetauda ไปยัง Chitwan
ส่วนที่ปรับเปลี่ยนใหม่นี้อยู่ภายใต้ขั้นตอนการเตรียมรายงานโครงการอย่างละเอียด เครดิตแก่ กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล

รายชื่อสัตว์ที่ถูกคุกคามของ IUCN หรือ สัตว์สายพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

เสือโคร่งเบงกอล (*Panthera tigris tigris*), ช้างเอเชีย (*Elephas maximus*), แรดนอเดียว (*Rhinoceros unicornis*), เสือดาว (*Panthera pardus*)

คำแนะนำสำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในปี 2016 การอภิปรายความเป็นไปได้ในการจัดตำแหน่งเพิ่มเติมเกิดขึ้นในอุทยานแห่งชาติ Chitwan (CNP) และมีผู้ถือประโยชน์ร่วมดังต่อไปนี้เข้าร่วม

- กรมการรถไฟ กระทรวงโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพและการขนส่ง
- กระทรวงอนุรักษ์ป่า และดิน
- กระทรวงกิจการสหพันธรัฐ และการพัฒนาท้องถิ่น
- คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติ และการวางแผนการคลัง

- คณะกรรมการการวางแผนแห่งชาติ
- คณะกรรมการตุลาการ
- DNPWC
- ผู้เชี่ยวชาญด้านสัตว์ป่าจากองค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN)
- กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ (WWF) - เนปาล

หลังจากการอภิปรายเหล่านี้ มีการเสนอแนวโครงสร้าง 2 แบบ ได้แก่ แนวที่ตัดผ่านอุทยานแห่งชาติ และอีกแนวที่หลีกเลี่ยงอุทยานโดยสิ้นเชิง (ภาพที่ 20) เจ้าหน้าที่จาก กรมอุทยานแห่งชาติ และอนุรักษ์สัตว์ป่า (DNPWC) แสดงให้เห็นว่าการจัดแนวร่วมผ่านอุทยานแห่งชาติ จะสร้างความเสียหายอย่างยาวนาน และไม่สามารถแก้ไขได้ต่อประชากรสัตว์ป่าที่สำคัญที่สุดของอุทยาน (DNPWC, 2016) จากมุมมองทางสังคม พบว่าการจัดแนวโครงสร้างที่หลีกเลี่ยงพื้นที่อุทยานจะให้บริการชุมชนท้องถิ่นในภูมิภาคได้ดีขึ้น ด้วยการผ่านศูนย์กลางทางเศรษฐกิจที่สำคัญกว่า ดังนั้น แม้จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม สำหรับเส้นทางที่ยาวกว่ารอบ ๆ อุทยาน แต่ก็มีการกำหนดว่าการจัดแนวทางเลือกจะให้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจในระยะยาว นอกเหนือจากผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม (Van Merm & Talukdar, 2016)

เมื่อพิจารณาถึงผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ ผู้ถือประโยชน์ร่วมเห็นพ้องกันว่าจะมีการปรับเปลี่ยนทางรถไฟภายนอกอุทยานแห่งชาติ ต้นทุนการก่อสร้างต่อหน่วยต่อกิโลเมตรต่ำกว่าสำหรับการตั้งศูนย์นอกพื้นที่คุ้มครอง (6.7 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) เมื่อเทียบกับการจัดตำแหน่งผ่านพื้นที่คุ้มครอง ตามการประมาณการเบื้องต้นของกรมอุทยานแห่งชาติ และอนุรักษ์สัตว์ป่า (7.5 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) มีการแนะนำการบรรเทาผลกระทบเพิ่มเติมหลายประการสำหรับส่วนต่าง ๆ ของรางรถไฟในเขตกันชนของพื้นที่คุ้มครอง รวมถึงโครงสร้างการข้ามของสัตว์ป่า อุโมงค์ กำแพงเสียง และการลดความเร็วของการออกแบบ

ในปี 2018 กรมอุทยานแห่งชาติ และอนุรักษ์สัตว์ป่า (DNPWC) ได้แสดงความสนใจ เพื่อบริการให้คำปรึกษา นำการสำรวจ การออกแบบ และการจัดทำรายงานโครงการโดยละเอียดเพื่อการจัดตำแหน่งทางเลือก ขณะนี้เรียกว่ารูปแบบ Nijgadh-Hetauda-Bharatpur (DoRW, 2018) ในปี 2021 ยังคงมีการจัดเตรียมการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับส่วนนี้

ตั้งแต่ปี 2018 กรมอุทยานแห่งชาติ และอนุรักษ์สัตว์ป่า (DNPWC) ได้มีส่วนร่วมกับโครงการนี้บริหารจัดการโดยกรมรถไฟ (DoRW) อย่างต่อเนื่อง เกี่ยวกับการจัดแนวโครงสร้างใหม่ เพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการทางนิเวศวิทยาภายนอกอุทยานจะได้รับการอนุรักษ์ไว้เช่นกัน ในการประสานงานกับหน่วยงานและองค์กรระหว่างประเทศ เช่น องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) และ โครงการกองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ (WWF), กรมอุทยานแห่งชาติ และอนุรักษ์สัตว์ป่า (DNPWC) ได้จัดโครงการ “โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น และการอนุรักษ์สัตว์ป่า” ที่เมืองกาฐมาณฑุในปี 2018 (DNPWC, 2018) งานนี้เป็นการรวมตัวกันของหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐบาล รวมทั้งกรมการรถไฟ และถนน ให้โอกาสในการแบ่งปันความเชี่ยวชาญด้านเทคนิค และแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในการบรรเทาผลกระทบของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่มีต่อสัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ และการอนุรักษ์สัตว์ป่า (DNPWC) ได้ผลักดันให้มีมาตรการบรรเทาผลกระทบ เช่น ทางลอด และสะพานลอย เพื่อรักษาความเชื่อมโยงระหว่างอุทยานกับแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญอื่น ๆ(DNPWC, 2021)

การป้องกันที่พอเพียง

เนื่องจากโครงการนี้ยังอยู่ในช่วงการวางแผนขั้นต้น จึงไม่มีการเสนอมาตรการป้องกันอย่างเป็นทางการ (ภาพที่ 21) แม้ว่าการจัดแนวโครงสร้างจะไม่ผ่านอุทยานอีกต่อไป กรมอุทยานแห่งชาติ และการอนุรักษ์สัตว์ป่า (DNPWC) ยังคงปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญเพื่อลดการชนกันของสัตว์ป่า และเพื่อลดการหยุดชะงักของการข้ามเขตของประชากรสัตว์ป่าที่กระจายเข้า และออกจากอุทยานแห่งชาติ Chitwan และ Parsa ไปยัง แหล่งที่อยู่อาศัยของ Churiya และ Mid-Hill ความกังวลนั้นสูงมาก โดยเฉพาะบริเวณใกล้กับเมือง Bharatpur โดยเส้นทางรถไฟจะแบ่งทางเดินสัตว์ป่าใน Barandabhar ที่สำคัญอย่างยิ่ง และจะผ่านบริเวณทะเลสาบ Beeshazari ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญซึ่งถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ Ramsar

A B

ภาพที่ 21 แสดง ก (A) เขื่อนที่สร้างจากรางรถไฟตามที่เห็นในส่วน Bardibas ของรถไฟไฟฟ้า Mechi Mahakali ข (B) ท่อระบายน้ำที่ออกแบบ และติดตั้งเพื่อวัตถุประสงค์ทางอุทกวิทยา เครดิตแก่ Pramod Neupane, กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล

การดำเนินการปกป้องและผลที่ได้

การตรวจสอบและการวิจัย

ไม่มีการตรวจสอบ หรือการวิจัยหลังการก่อสร้างเกิดขึ้นเนื่องจากโครงการยังอยู่ในช่วงการวางแผนขั้นต้น อย่างไรก็ตาม การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) และ การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) มีข้อเสนอแนะให้ติดตาม และวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของมาตรการป้องกันที่จะนำไปใช้

สำเร็จ หรือ ล้มเหลว?

การพิจารณาการจัดแนวโครงสร้างเดิม และการตัดสินใจขั้นสุดท้ายในการเปลี่ยนเส้นทางรถไฟรอบอุทยานแห่งชาติ Chitwan และอุทยานแห่งชาติ Parsa เพื่อหลีกเลี่ยงที่อยู่อาศัยที่สำคัญ ควรถือว่าประสบความสำเร็จในการอนุรักษ์ ความร่วมมือของผู้ถือประโยชน์ร่วม และการทบทวนแนวทางทางเลือกมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสอดคล้องกัน ซึ่งการจัดแนวโครงสร้างร่วมดังกล่าวจะส่งผลเสียน้อยที่สุดต่อพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง รวมทั้งประชากรเสือโคร่งด้วย

กล่าวถึงการจัดแนวที่ปรับปรุงแล้ว โครงการยังอยู่ในขั้นตอนการวางแผน ดังนั้นจึงยังไม่มีการสร้างระบบป้องกัน การติดตามและการวิจัยหลังการก่อสร้างจะต้องดำเนินการเพื่อประเมินความสำเร็จ หรือความล้มเหลวของโครงการ

บทเรียนที่ได้รับ

กรณีศึกษานี้เป็นหนึ่งในตัวอย่างไม่กี่ตัวอย่างในเอเชีย ที่มีการนำส่วนพื้นที่ "หลีกเลี่ยง" ของลำดับชั้นการบรรเทาผลกระทบมาใช้ (หลีกเลี่ยง ทำให้เกิดน้อยที่สุด คืนค่าความเสียหาย ชดเชย) โครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) สามารถมีผลกระทบถาวรต่อสายพันธุ์ และระบบนิเวศ และบางโครงการหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และประชากรสัตว์ป่าใกล้สูญพันธุ์อย่างมาก

อุทยานแห่งชาติ Chitwan-Parsa ของการรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผนเชิงรุก และความร่วมมือกัน การประสานงานระหว่างผู้พัฒนาโครงการหรือผู้สนับสนุน และผู้ถือประโยชน์ร่วม ด้านการอนุรักษ์ มีความสำคัญต่อโครงการรถไฟที่ยั่งยืนทางนิเวศวิทยา ตัวอย่างนี้แสดงให้เห็น 2 ประเด็นที่สำคัญ ในการเข้าถึงความสำเร็จ กล่าวคือ

- จำเป็นต้องมีการเตรียมตัวอย่างดี เพื่อรวบรวมข้อมูลภาคสนามที่เกี่ยวข้องในช่วงแรกของขั้นตอนการวางแผน เพื่อให้สามารถระบุการวางแผน และออกแบบโครงการให้ผ่านต่อการมีผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีข้อกังวลในการอนุรักษ์สูง และแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพ

- การปรึกษาผู้ถือประโยชน์ร่วมที่หลากหลาย จะต้องเกิดขึ้นก่อนการตัดสินใจใด ๆ เกี่ยวกับความสอดคล้องเกี่ยวกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และความกังวลในการอนุรักษ์สายพันธุ์

การรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตกในเนปาล จะเป็นตัวอย่างให้กับโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) อื่น ๆ ในเอเชีย และให้การสนับสนุนทางเลือกในการหลีกเลี่ยงโครงการที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบระยะยาวต่อสายพันธุ์ของการอนุรักษ์และระบบนิเวศ รวมถึงพื้นที่คุ้มครองที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวด

ข้อมูลการติดต่อ

Pramod Neupane, กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล: pramod.neupane@wwfnepal.org

Gokarna Jung Thapa, กองทุนโลกเพื่อธรรมชาติ ประเทศเนปาล: gokarna.thapa@wwfnepal.org

Hari Bhadra Acharya นักนิเวศวิทยาจากกรมอุทยานแห่งชาติ และการอนุรักษ์สัตว์ป่า (DNPWC): hbacharya07@gmail.com

กรณีศึกษาที่ 7 เศรษฐศาสตร์: สายไฟฟ้า: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟาก เกาะชวา - เกาะบาหลี แรงดัน 500 กิโลโวลต์ (อินโดนีเซีย)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *สายไฟฟ้า*

ประเทศ: *อินโดนีเซีย*

ที่ตั้ง (จังหวัด/รัฐ): *เกาะชวา - เกาะบาหลี*

ชื่อโครงการ: *โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟากเกาะชวา - เกาะบาหลี แรงดัน 500 กิโลโวลต์ (อินโดนีเซีย)*

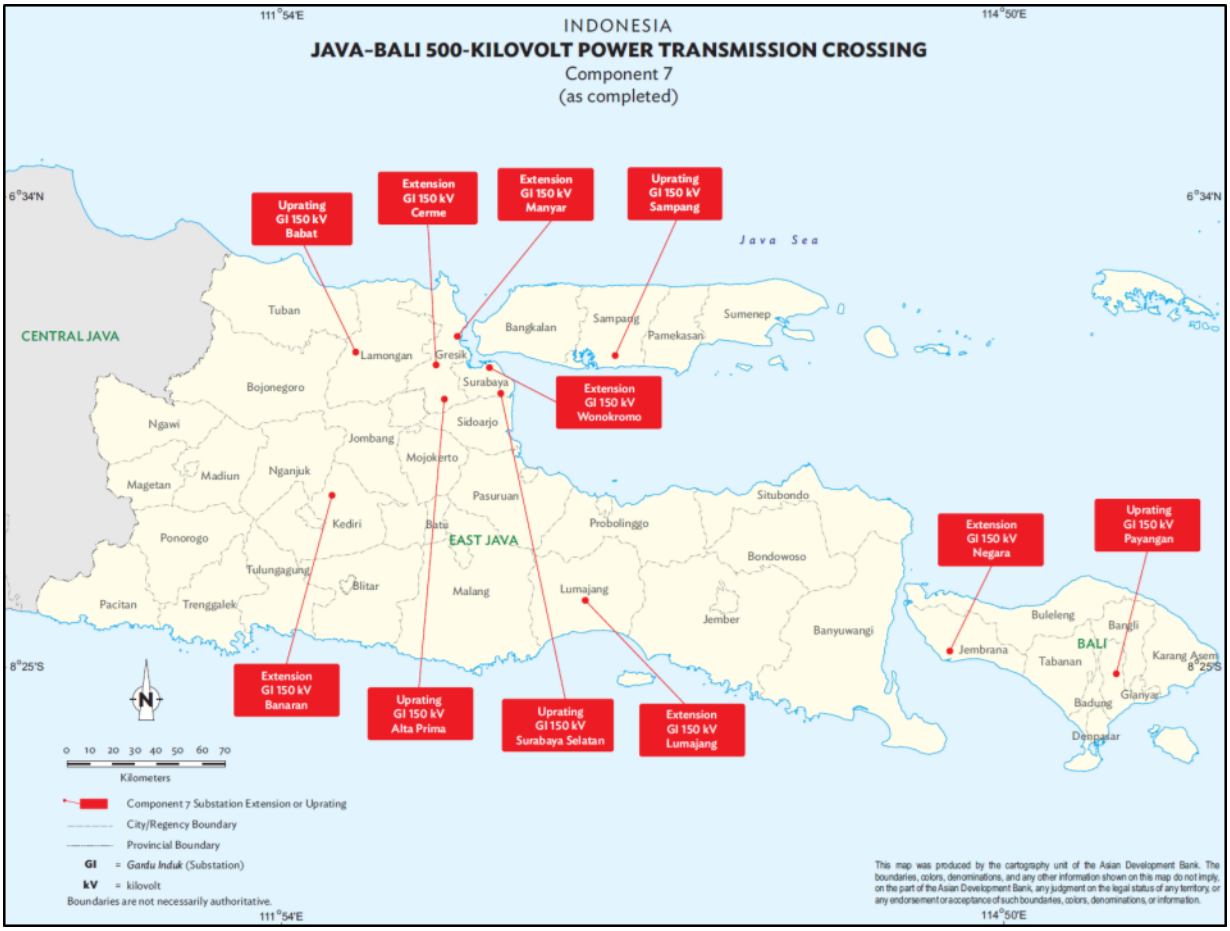
ผู้เสนอ: *Perusahaan Listrik Negarat (PLN) (บริษัทไฟฟ้าแห่งรัฐ ประเทศอินโดนีเซีย) และ ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย; ADB (สถาบันสินเชื่อ)*

บทนำสู่โครงการและเครื่องมือทางเศรษฐกิจ

เกาะบาหลีเป็นหนึ่งในจุดหมายปลายทางการท่องเที่ยวที่สำคัญที่สุดในอินโดนีเซีย และด้วยเหตุนี้
เศรษฐกิจของบาหลีมีส่วนสำคัญต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศอย่างมาก (Asian Development Bank, 2021) ปัจจุบัน บาหลีประสบปัญหาไฟฟ้าตก
และไฟฟ้าดับบ่อยครั้ง เนื่องจากอัตราไฟฟ้าสำรองอยู่ในระดับต่ำ และปัญหาข้อจำกัดในการส่งผ่านไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าของบาหลีเชื่อมโยงกับรูปแบบ Java Grid
ด้วยสายเคเบิล 150-กิโลโวลต์ ใต้ทะเล 4 เส้น โดยมีกำลังการผลิตติดตั้งเพื่อถ่ายโอน 400 เมกะวัตต์ (MW) แต่ความสามารถของสายส่งไฟฟ้าเหล่านี้ไม่ดีนัก
ที่ผ่านมา นอกเหนือจากระบบนี้แล้ว บาหลียังผลิตกระแสไฟฟ้าผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซล (โรงไฟฟ้าพลังความร้อน) อย่างไรก็ตาม
การใช้น้ำมันดีเซลถูกจำกัดในปี 2013 เนื่องจากทางราชการได้ประกาศให้บาหลีเป็นพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม เพื่อปรับปรุงระบบจ่ายไฟฟ้าในบาหลี
ทางเลือกที่ดีที่สุด ตามที่ Perusahaan Listrik Negarat (PLN)(Perusahaan Listrik Negarat, 2013) กล่าว
คือการเสริมความแข็งแกร่งให้กับระบบส่งไฟฟ้าระหว่างเกาะชวา - เกาะบาหลี

โครงการส่งกำลังไฟฟ้าเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ มีการเสนอขึ้นในปี 2009 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสายไฟฟ้าแรงสูงพิเศษระยะทาง 220 กม.
ระหว่างเกาะชวา - เกาะบาหลี โดยมีกำลังส่ง 1,500 เมกะวัตต์ โครงการนี้ยังมีเป้าหมายที่จะขยายสถานีย่อย 500/150 กิโลโวลต์ในเกาะชวาตะวันออก
สร้างสถานีย่อย 500/150 กิโลโวลต์ใหม่ในเกาะบาหลี และปรับปรุงสถานีย่อย 150/20 กิโลโวลต์ 11 แห่ง (ภาพที่ 22และ ภาพที่ 23)
โครงการนี้ยังรวมถึงการให้คำปรึกษาเพื่อสนับสนุนการบริหารโครงการในการควบคุมการก่อสร้าง การป้องกัน และการสร้างขีดความสามารถ

ภาพที่ 22 แสดงตำแหน่ง และคำอธิบายของส่วนประกอบ 1 ถึง 6 ของโครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ แหล่งที่มา: ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) อินโดนีเซีย: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟากแรงดัน 500 กิโลโวลต์ เกาะชวา - เกาะบาหลี รายงานสมบูรณ์ กุมภาพันธ์ 2021



ภาพที่ 23 แสดงตำแหน่ง และคำอธิบายของส่วนประกอบ 7 โครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ แหล่งที่มา: ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) อินโดนีเซีย: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟากแรงดัน 500 กิโลโวลต์ เกาะชวา - เกาะบาหลี รายงานสมบูรณ์ กุมภาพันธ์ 2021

โครงการโรงไฟฟ้าเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ ได้รับเลือกให้เป็นกรณีศึกษาด้วยเหตุผล 3 ประการ ประการที่ 1 การจัดแนวสายไฟฟ้าอยู่ใกล้กับอุทยานแห่งชาติ 2 แห่ง ได้แก่ อุทยานแห่งชาติ Baluran และอุทยานแห่งชาติ Bali Barat ซึ่งหมายความว่าอาจมีผลกระทบต่อสัตว์ป่าและจำเป็นต้องมีการป้องกัน (ภาพที่ 24) ประการที่ 2 คือความพร้อมใช้งานของข้อมูล ในปี 2016 ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (หนึ่งในผู้ให้ทุนของโครงการนี้) ได้ดำเนินการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) เพื่อประเมินนโยบายการป้องกันของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ประจำปี 2009 การวิเคราะห์แสดงให้เห็นความสำคัญของรายงานสำหรับต้นทุนทางอ้อม กับฝ่ายที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงการ และประโยชน์ของการใช้มาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อมในการประเมินโครงการแบบดั้งเดิม เหตุผลประการที่ 3 เนื่องจากการวิเคราะห์ของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) โครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี เป็นตัวอย่างที่ดีในการแสดงผลประโยชน์ทางการเงินอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินการตามมาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อม ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ประมาณการว่าผลประโยชน์จากการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการในโครงการนี้เท่ากับ 3.9 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ ในระยะเวลา 10 ปี (Asian Development Bank, 2016)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ดำเนินการโดยธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ไม่เป็นไปตามการประเมินโครงการเชิงธุรกิจแบบดั้งเดิม ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) คำนวณมูลค่า[1]สุทธิปัจจุบันของโครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี รวมถึงต้นทุนและผลประโยชน์ของผลกระทบทางอ้อมต่อบุคคลที่ 3 ที่เกิดจากโครงการและประโยชน์ของการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการโดยโครงการ (Asian Development Bank, 2016) โดยทั่วไป ตัวแปรเหล่านี้จะไม่รวมอยู่ในการคำนวณมูลค่าสุทธิปัจจุบันของโครงการ จริง ๆ แล้ว เมื่อประเมินความเป็นไปได้ของโครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ ในปี 2009 PLN ไม่ได้คำนึงถึงตัวแปรเหล่านี้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ที่ดำเนินการโดยธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) เป็นการวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ของโครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี กำลัง 500 กิโลโวลต์ (Asian Development Bank, 2016) มีการดำเนินการวิเคราะห์ 4 ขั้นตอนตามด้านล่าง (การคำนวณทั้งหมดถือเป็นช่วงเวลา 10 ปี) กล่าวคือ

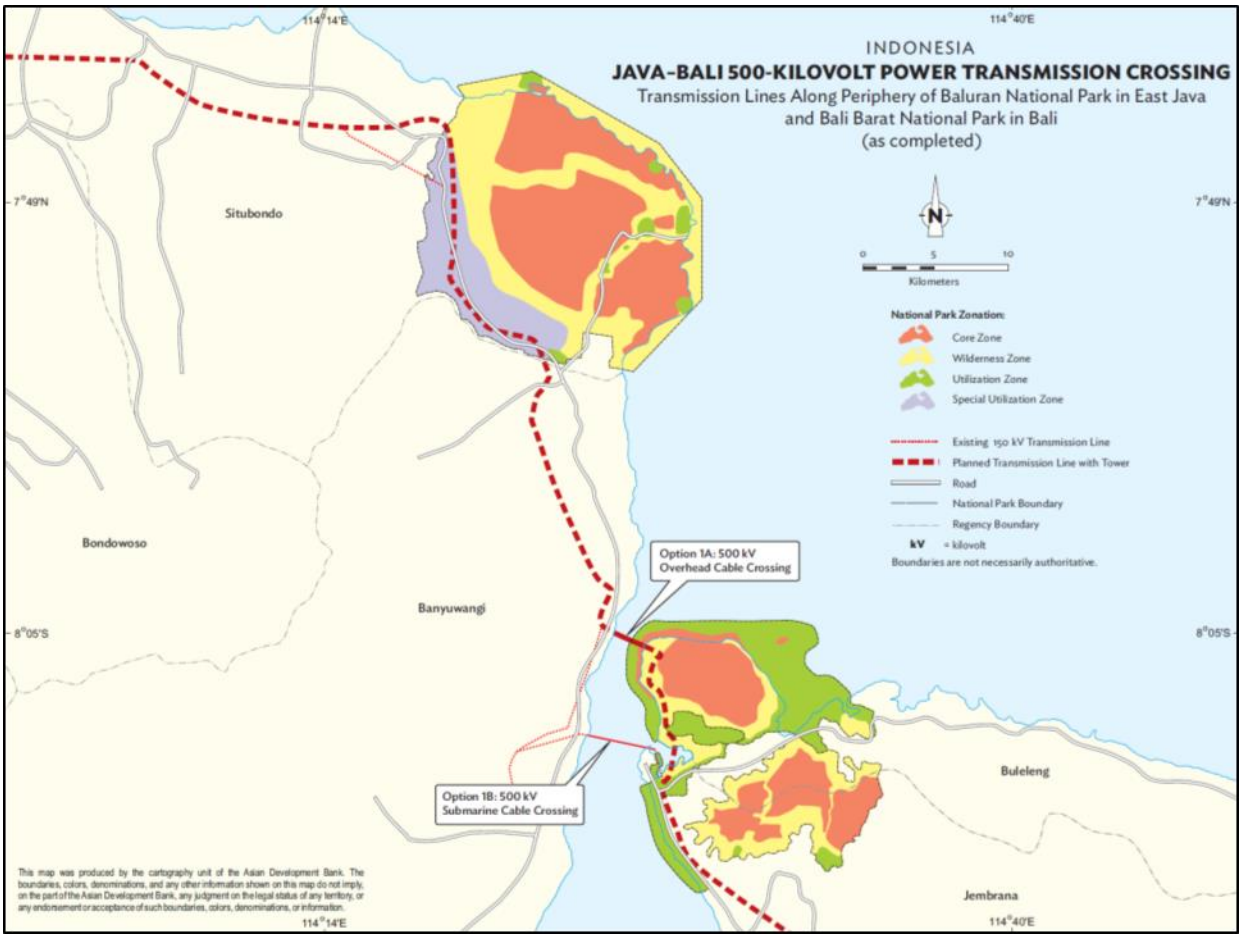
1. การคำนวณมูลค่าสุทธิปัจจุบัน โดยคำนึงถึงต้นทุนทางการเงิน และผลประโยชน์ของโครงการ
2. การหาปริมาณสิ่งภายนอกเชิงลบที่เกิดจากโครงการในแง่ของการเงิน
3. การคำนวณผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการปกป้องสิ่งแวดล้อม 2 ประการ และ
4. การรวมค่าทั้งหมด และคำนวณมูลค่าสุทธิปัจจุบันของโครงการที่ปรับปรุง

ในขั้นตอนแรก ต้นทุนประกอบด้วยการลงทุนเริ่มแรกและต้นทุนการดำเนินงาน และการบำรุงรักษา ในกรณีของโครงการนี้ ค่าใช้จ่ายในการปกป้องสิ่งแวดล้อมจะนำมาพิจารณาในขั้นตอนนี้ด้วย ค่าใช้จ่ายทั้งหมดประมาณ 2,282 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ โดยวัดผลประโยชน์ในรูปของรายได้ จากการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน 2,470 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ โดยการหักค่าใช้จ่ายออกจากผลประโยชน์ ผู้เขียนคำนวณว่ามูลค่าสุทธิปัจจุบันเป็นบวก และมีค่าเท่ากับ 188 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ

ในขั้นตอนที่ 2 พิจารณาปัจจัยภายนอกเชิงลบ 2 ประการ ประการที่ 1 คือความจำเป็นในการเปลี่ยนเส้นทางการบินของสายการบินเพื่อหลีกเลี่ยงสายส่งไฟฟ้า ผู้เขียนคาดว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเพิ่มระยะทางบินโดยเฉลี่ย 5% ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้จะแสดงถึงต้นทุนที่เพิ่มเติมสำหรับสายการบินในประเทศจำนวน 822,900 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ ต่อปีหรือ 15 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ ในระยะเวลา 10 ปี ปัจจัยภายนอกเชิงลบประการที่ 2 คือการสูญเสียรายได้อันเนื่องมาจากกิจกรรมการท่องเที่ยวที่ลดลงในอุทยานแห่งชาติ Bali Barat ระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างโครงการ ในกรณีนี้ ผู้เขียนสันนิษฐานว่ารายได้ของอุทยานจะลดลง 5.4% ตามขนาดของพื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบ ค่าใช้จ่ายภายนอกนี้อยู่ที่ประมาณ 11 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ ในช่วงเวลาของการวิเคราะห์

---

1 มูลค่าสุทธิในปัจจุบัน เป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการประเมินความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ ตัวบ่งชี้นี้ คำนวณโดยการลบต้นทุนที่คาดออกจากผลประโยชน์ที่คาดในแต่ละช่วงเวลาของการวิเคราะห์ ส่วนต่างระหว่างต้นทุน และผลประโยชน์จะถูกลดราคาในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้นค่าทั้งหมดจะถูกเปรียบเทียบและแปลงเป็นสกุลเงินของปัจจุบัน หากมูลค่าสุทธิปัจจุบันเป็นบวก แสดงว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางการเงิน กล่าวคือมีผลประโยชน์มากกว่าต้นทุน



ภาพที่ 24 แสดงสายไฟฟ้าตามแนวอุทยานแห่งชาติ Baluran ในเกาะชวาตะวันออก และอุทยานแห่งชาติ Bali Barat ในเกาะบาหลี แหล่งที่มา: ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) อินโดนีเซีย: โครงการสายส่งไฟฟ้าข้ามฟากเกาะชวา - เกาะบาหลี แรงดัน 500 กิโลโวลต์ รายงานสมบูรณ์ กุมภาพันธ์ 2021

ในขั้นตอนที่ 3 มีการประมาณประโยชน์ของมาตรการบรรเทาผลกระทบ 2 มาตรการ ประการที่ 1 ผู้เขียนหาปริมาณประโยชน์เชิงเศรษฐกิจของการดำเนินการตามมาตรการลดมลพิษทางอากาศ ประโยชน์ของการมีอากาศบริสุทธิ์อยู่ที่ประมาณ 50,000 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ ในระยะเวลา 10 ปี การประมาณค่าทำได้โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากการศึกษาที่ดำเนินการในพื้นที่มหานครจาการ์ตา (Asian Development Bank, 2016) ประการที่ 2 ผู้เขียนประเมินผลประโยชน์ที่มาจากเงินทุนของ PLN ในโครงการอนุรักษ์ที่เรียกว่าโครงการนกขุนทองบาหลี นกขุนทองบาหลี หรือ *Leucopsar rothschildi* เป็นนกที่หายาก แต่เป็นที่นิยมซึ่งเป็นตัวนำโชคของอุทยานแห่งชาติ Bali Barat องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) จัดสายพันธุ์นี้ให้อยู่ในประเภทสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง และอยู่ภายใต้สถานะการคุ้มครองระดับชาติ และระดับนานาชาติมาตั้งแต่ปี 1970 คาดว่านกขุนทองบาหลีประมาณ 200 ตัวอาศัยอยู่ในอุทยานแห่งชาติ Bali Barat (Asian Development Bank, 2016) จากยอดรวมนี้คาดว่านก 100 ตัว จะได้รับผลกระทบจากเสียง และการย้ายถิ่นที่เกิดจากการดำเนินโครงการนานกว่า 10 ปี (Asian Development Bank, 2016) ในกรณีนี้ เป็นไปไม่ได้ที่จะหลีกเลี่ยง ดังนั้น PLN จึงโอนทรัพยากรไปยังโครงการอนุรักษ์ เพื่อเป็นการชดเชยและเพื่อเป็นทุนในการฟื้นฟู

โครงการนกขุนทองบาหลีเริ่มต้นในปี 1983 และได้สนับสนุนจำนวนประชากรนกป่าด้วยการปล่อยนกที่เลี้ยงในกรงขัง โครงการนี้เป็นรากฐานสำหรับการพัฒนาแผนฟื้นฟูนกขุนทองบาหลี (Perusahaan Listrik Negarat, 2013) ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (2016) ประเมินประโยชน์ของการอนุรักษ์สายพันธุ์นี้โดยใช้วิธีประเมินราคาในตลาด ผู้เขียนประมาณมูลค่า 500 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ /นก 1 ตัว อย่างไรก็ตาม เป็นมูลค่าการคาดการณ์ว่าราคาในตลาดของนกขุนทองบาหลีนั้นแตกต่างกันไปตามจำนวนนกที่มีอยู่ในธรรมชาติ จริง ๆ แล้ว หนึ่งในเป้าหมายหลักของโครงการนกขุนทองบาหลี คือการเพิ่มจำนวนนกเพื่อลดความต้องการในประเทศ และต่างประเทศ เนื่องจากมีผู้ซื้อนกหายากยอมจ่ายมากขึ้น ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการนี้อยู่ที่ประมาณ 3.8 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ ในระยะเวลา 10 ปี

ในขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนสุดท้าย ผู้เขียนแสดงให้เห็นว่ามูลค่าสุทธิปัจจุบันลดลง 12% จาก 188 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ เป็น 166 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ เมื่อคำนึงถึงปัจจัยภายนอกเชิงลบ และการปกป้องสิ่งแวดล้อม แม้จะมีการลดลงนี้ มูลค่าสุทธิปัจจุบันที่ปรับแล้วแสดงให้เห็นว่าโครงการยังคงมีประโยชน์มากมายต่อสังคม แม้ว่าผลประโยชน์เหล่านี้จะน้อยกว่าการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพียงอย่างเดียวที่จะคาดการณ์ได้กี่ตาม

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์อย่างละเอียด เช่น การวิเคราะห์ที่ดำเนินการโดยธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ควรมีบทบาทสำคัญในกระบวนการตัดสินใจของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ที่ยั่งยืน การแยก และรวมปริมาณภายนอกที่เกี่ยวข้องกับโครงการไม่ใช่เรื่องง่ายเสมอไป ไม่ว่าจะบวกหรือลบก็ตาม อย่างไรก็ตาม การคำนวณมูลค่าสำหรับพวกเขาเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาว่า โครงการใดควรได้รับการจัดลำดับความสำคัญ นอกจากนี้ ยังอาจชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของมาตรการบรรเทาผลกระทบ และให้คำแนะนำว่ามาตรการเฉพาะใดมีความคุ้มค่ามากที่สุด

บทเรียนที่ได้รับ

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ดำเนินการโดยธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) แสดงให้เห็นว่าการป้องกันที่เลือก และนำไปใช้ในโครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ได้สร้างมูลค่าเชิงบวก การวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์อย่างเข้มงวด ซึ่งรวมอยู่ในการประเมินของโครงการ สามารถแสดงให้เห็นว่าการปกป้องสิ่งแวดล้อมไม่เพียงแต่ปกป้องคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม และสัตว์ป่าเท่านั้น แต่ยังสามารถเพิ่มมูลค่าสุทธิโดยรวมของโครงการโครงสร้างพื้นฐานได้อีกด้วย หากโครงการยังคงเพิกเฉยต่อประโยชน์ของการป้องกันแต่รวมต้นทุนด้วย ผู้ถือประโยชน์ร่วมจะมองว่าการป้องกันเป็นต้นทุนเท่านั้น สิ่งที่สำคัญเท่าเทียมกันคือ ประเภทของการวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ที่ดำเนินการสำหรับโครงการนี้จำเป็นต้องจำลองแบบได้ เพื่อให้สามารถใช้กับโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) อื่น ๆ ทั้งในอินโดนีเซีย และทั่วเอเชีย

ควรสังเกตว่ามีความท้าทายหลัก 2 ประการในการดำเนินการวิเคราะห์ประเภทนี้ ประการที่ 1 คือการขาดข้อมูล ประการที่ 2 คือการเข้าถึงข้อมูลที่มีอยู่ บ่อยครั้งที่ผู้เสนอโครงการดำเนินการศึกษาการประเมินผล แต่รายงานไม่เปิดเผยต่อสาธารณะ ความโปร่งใสในกระบวนการตัดสินใจเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้สามารถดำเนินการประเมินอย่างอิสระได้ นอกจากนี้ การตรวจสอบเอกสารที่ทำขึ้นสำหรับโครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี 500 กิโลโวลต์ แสดงให้เห็นว่าแม้เอกสารที่เป็นทางการจะเผยแพร่ต่อสาธารณะ แต่ก็มักขาดข้อมูลรายละเอียด และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลการติดต่อ

Marian Delos Angeles ที่ปรึกษาด้านการวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB): msdangeles@gmail.com

กรณีศึกษาที่ 8 เศรษฐศาสตร์: ถนน: ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก (มาเลเซีย)

ข้อมูลพื้นฐาน

รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น: *ถนน*

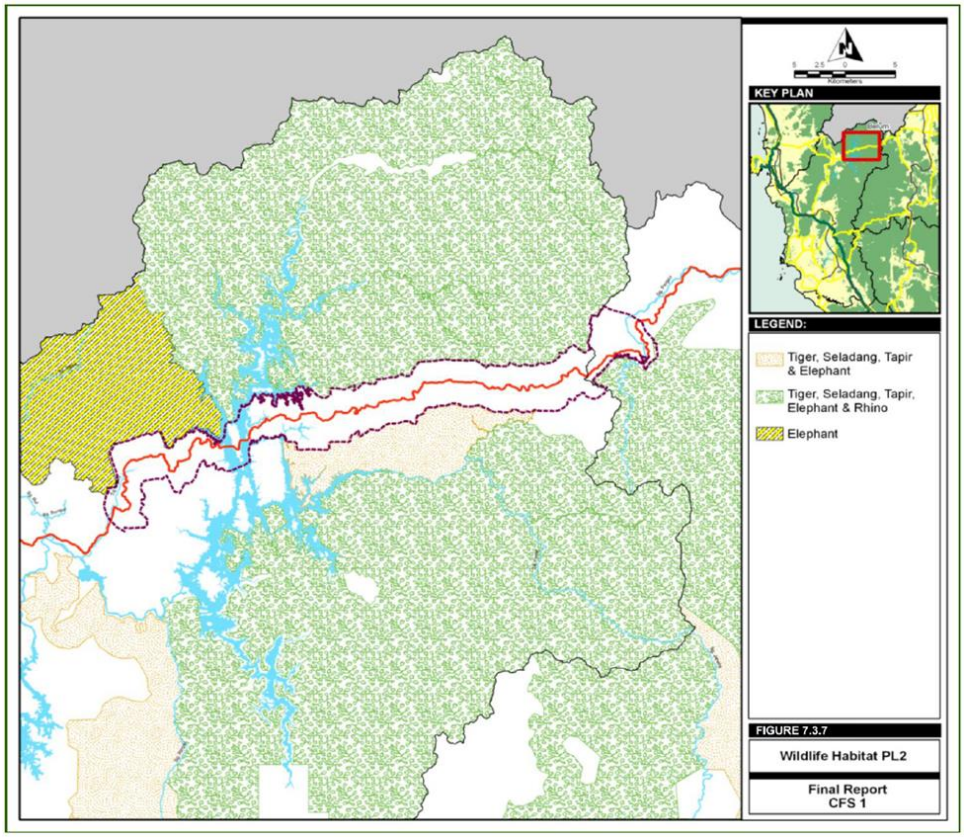
ประเทศ: *มาเลเซีย*

ที่ตั้ง (เขต/รัฐ): *Gerik/Perak and Jeli/Kelantan Peninsular Malaysia*

ผู้เสนอ: *รัฐบาลแห่งชาติ (กรมโยธาธิการมาเลเซีย)*

บทนำสู่โครงการและเครื่องมือทางเศรษฐกิจ

ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 เป็นทางหลวงระยะทาง 307 กม. ทางตอนเหนือของคาบสมุทรมาเลเซีย และเป็นส่วนหนึ่งของทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งเป็นถนนที่เชื่อมต่อชายฝั่งตะวันออกกับชายฝั่งตะวันตกของคาบสมุทรมาเลเซีย (ภาพที่ 25) กรมโยธาธิการของมาเลเซียเริ่มก่อสร้างทางหลวง ตะวันออก-ตะวันตกในปี 1970 รวมถึงเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4
ซึ่งเป็นทางหลวงที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันประเทศในช่วงการก่อความไม่สงบของคอมมิวนิสต์ในมาเลเซียตั้งแต่ปี 1968 - 1989 และแล้วเสร็จในปี 2005 ถนนเชื่อมเมือง Gerik ทางตะวันตกกับ Jeli ทางตะวันออกก่อนจะขยายไปถึงเมือง Lunas



ภาพที่ 25 แสดงแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และที่ตั้งของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 ที่มา: กรมผังเมือง CFS I: แผนแม่บทสำหรับการเชื่อมโยงทางนิเวศวิทยา รายงานครั้งสุดท้าย ปี 2009

โครงการนี้ได้รับเลือกให้เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ 2 ครั้งที่ดำเนินการในปี 2009 โดยกรมผังเมือง
และชนบทซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนแม่บท เพื่อสร้างทางเดินระบบนิเวศหลายแห่งในคาบสมุทรมาเลเซีย วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ครั้งแรก
คือ เพื่อกำหนดความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการดำเนินการป้องกันสิ่งแวดล้อมที่ระบุไว้ในแผนแม่แบบ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ครั้งที่ 2
คือการแสดงให้เห็นถึงต้นทุน และผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการป้องกันสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ทั้ง 2 ประเภทนี้ช่วยส่งเสริมซึ่งกันและกัน
และมีความสำคัญในการแสดงให้เห็นว่า การปกป้องสิ่งแวดล้อมไม่เพียงแสดงถึงต้นทุนเท่านั้น แต่ยังสร้างประโยชน์ในแง่ของค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยง
ซึ่งควรระบุรวมอยู่ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI)

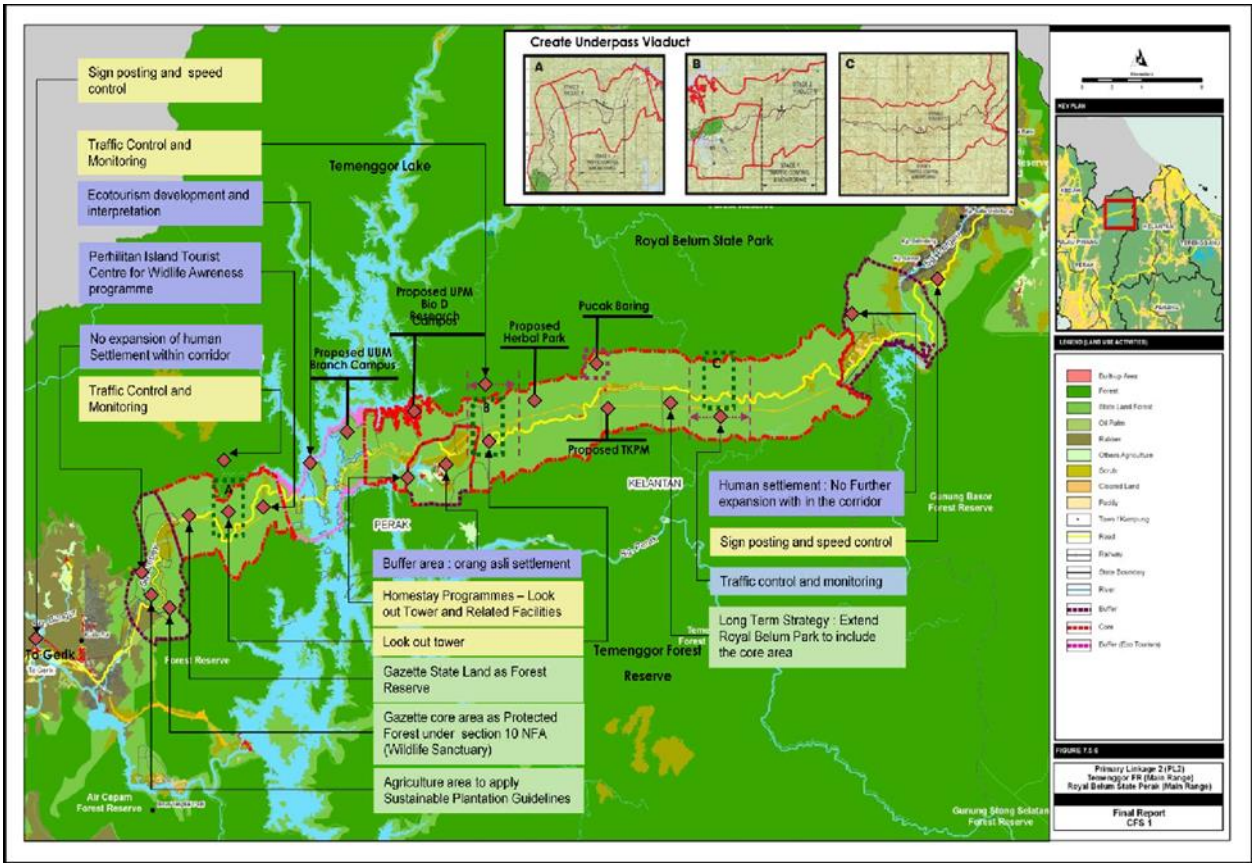
ในปัจจุบัน จำนวนที่เพิ่มขึ้นของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ที่ได้วางแผนไว้ จะรวมถึงการป้องกันสิ่งแวดล้อมที่คาดหวัง
และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน การเติบโตนี้อาจอธิบายได้จากกฎข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อมใหม่ในบางกรณี
และนโยบายการป้องกันของสถาบันที่ให้ทุนในด้านอื่น ๆ (Losos et al., 2019; Narain et al., 2020) อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบระหว่างต้นทุน
และผลประโยชน์ของการดำเนินการปกป้องสิ่งแวดล้อมยังคงพบได้ยากสำหรับโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ในเอเชียส่วนใหญ่ ผลจากการกำกับดูแลนี้
ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบางรายยังคงมองว่าการปกป้องสิ่งแวดล้อมเป็นค่าใช้จ่ายเพียงอย่างเดียว สถานการณ์นี้มีนัยสำคัญในด้านนโยบาย
เนื่องจากไม่สามารถแสดงให้เห็นว่า มูลค่าทางเศรษฐกิจของการปกป้องสิ่งแวดล้อมสามารถเพิ่มมูลค่าการอนุรักษ์ได้อย่างไร

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

แผนแม่แบบที่จัดทำโดยกรมผังเมืองและประเทศของมาเลเซีย ประกอบด้วยการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ 2 รายการ
เพื่อแสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการป้องกันสิ่งแวดล้อมตามแผน และค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะเปรียบเทียบกับประโยชน์ของการใช้มาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อมอย่างไร
(Department of Town and Country Planning, 2009) ผลที่ตั้งใจไว้ของการวิเคราะห์ทั้ง 2 นี้
แสดงให้เห็นว่าประโยชน์ของการปกป้องสิ่งแวดล้อมนั้นมีมากกว่าต้นทุน และการลงทุนในการป้องกันเป็นการตัดสินใจที่ชาญฉลาด
เนื่องจากก่อให้เกิดประโยชน์เชิงบวกต่อสังคม

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจดำเนินการในขั้นต้นโดยระบุมาตรการป้องกันที่จะต้องดำเนินการ เพื่อลดผลกระทบด้านลบที่เกิดจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4
การวิเคราะห์เสร็จสิ้นหลังจากการก่อสร้างถนน และด้วยเหตุนี้ นักวิเคราะห์จึงทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี
ผลกระทบหลักที่เกิดจากถนนเป็นอุปสรรคต่อการย้ายถิ่นฐานของสัตว์ป่า สัตว์ขนาดใหญ่จำนวนมาก (เช่น ช้างและเสือ) ใช้ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก
ที่ทอดยาวนี้ เพื่อย้ายถิ่นฐานไปมาระหว่างเขตป่าสงวน Temenggor และ เขต Royal Belum State Park (ภาพที่ 26) ถนนเป็นตัวแยกที่อยู่อาศัย
และสร้างสิ่งกีดขวาง แผนแม่บทได้เสนอมาตรการ 3 ประการ เพื่อลดปัญหานี้

1. การได้มาซึ่งที่ดินรอบ ๆ อุทยานทั้ง 2 แห่ง ขยายการเชื่อมต่อระหว่างกัน และลดจำนวนผู้คนที่อาศัยอยู่ใกล้อุทยานเหล่านี้
   เพื่อลดความขัดแย้งระหว่างมนุษย์กับสัตว์ป่า
2. การจัดตั้งทางข้ามสำหรับสัตว์ป่า, ป้ายเตือนสัตว์ป่า และการจำกัดความเร็วในทางเดินป่าที่สัตว์ป่าใช้
3. กำหนดแนวทางการจัดการการเกษตรแบบยั่งยืนในพื้นที่ใกล้อุทยานทั้ง 2 แห่ง



ภาพที่ 26 แสดงที่ตั้ง และคำอธิบายการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการในเขตป่าสงวน Temenggor – ทางเดินในอุทยาน Royal Belum ที่มา: กรมผังเมือง CFS I: แผนแม่บทสำหรับการเชื่อมโยงทางนิเวศวิทยา รายงานครั้งสุดท้าย ปี 2009

ค่าใช้จ่ายโดยประมาณของมาตรการเหล่านี้อยู่ที่ 465,127,865 ริงกิต (131,280,797 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ) ในปี 2009 จากยอดรวมนี้ ประมาณ 71% (328,477,865 ริงกิตหรือ 92,711,788 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ) ของต้นทุนโดยประมาณเกี่ยวข้องกับการซื้อที่ดิน (25,227 เฮกตาร์)

ประโยชน์ของการดำเนินการปกป้องสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 นั้น คำนวณได้โดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันไป ในกรณีของการซื้อที่ดินโดยใช้ราคาตลาดสมมติว่าราคาตลาดอยู่ที่ 30 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ /คาร์บอนหนึ่งตัน ผู้เขียนคำนวณว่า พื้นที่ดังกล่าวสามารถสร้างรายได้ถึง 308 ล้านริงกิต (หรือ 87 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ)/ปี หากเป็นกรณีนี้ การคืนทุนสำหรับมาตรการที่เสนอจะใช้เวลา 2 ปี

ในกรณีของการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่ 2 และ 3 ผู้เขียนใช้วิธีต้นทุนที่หลีกเลี่ยง ค่าใช้จ่ายจะเป็นอย่างไร ภายใต้สถานการณ์สมมติที่ไม่ได้ดำเนินการป้องกัน เพื่อทำการวิเคราะห์นี้ ผู้เขียนได้เน้นไปที่ข้อขัดแย้งระหว่างมนุษย์กับช้าง หากไม่มีการป้องกันสิ่งแวดล้อม ข้อขัดแย้งระหว่างมนุษย์กับสัตว์ป่าก็จะเพิ่มขึ้นในภูมิภาคนี้ เนื่องจากสัตว์ป่า (ส่วนใหญ่เป็นช้าง) จะรุกล้ำเข้าไปในฟาร์มเกษตรกรรม และหมู่บ้านใกล้เคียง ซึ่งจะสร้างความเสียหายให้กับรั้ว อีกทั้งยังกินต้นยางอ่อน และต้นไม้ชนิดอื่น ๆ ความสูญเสียทางเศรษฐกิจและความกลัวทางจิตใจจะเกิดขึ้นกับชาวบ้าน แผนแม่บทได้ประมาณการการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากความขัดแย้งระหว่างคนกับช้าง เช่น การสูญเสียจากพืชผลที่ได้รับความเสียหาย และการสูญเสียจากความเสียหายอื่น ๆ เช่น ความเสียหายที่มีต่อทรัพย์สิน และความกลัวทางจิตใจในการเผชิญกับเหตุการณ์ที่ช้างบุกเข้ามาในหมู่บ้าน

จากการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณ และราคา ผู้เขียนประเมินการสูญเสียจากพืชผลที่เสียหายเป็นจำนวน 2,578 ริงกิต (728 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ) ต่อคนต่อปี เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายของทรัพย์สิน และความกลัวทางจิตใจ ผู้เขียนได้ทำการสำรวจสมาชิกในหมู่บ้าน ผู้เขียนประเมินค่าใช้จ่ายเหล่านี้ไว้ที่ 399 ริงกิต/คน/ปี โดยการเพิ่มทั้งสองค่า ผู้เขียนประเมินมูลค่ารวมของความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างเป็น 2,977 ริงกิต (840 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ)/คน มูลค่ารวมของการสูญเสียเหล่านี้

ประเมินโดยการคูณค่าเหล่านี้ด้วยจำนวนชาวบ้านที่อาจได้รับผลกระทบจากการขาดการปกป้องทางด้านสิ่งแวดล้อม ผู้เขียนใช้จำนวนประมาณ 150 ครัวเรือน คำนวณว่ามูลค่ารวมอยู่ที่ประมาณ 450,000 ริงกิต/ปี ผลลัพธ์นี้เหมือนกับการบอกว่า ค่าใช้จ่ายในการไม่มีการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 450,000 ริงกิต/ปี (หรือประมาณ 127,000 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐฯ /ปี)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในแผนแม่บท แสดงให้เห็นว่าประโยชน์จากมาตรการป้องกันทั้ง 3 นั้น มีมากกว่าต้นทุน อย่างไรก็ตาม แม้จะมีผลกระทบเหล่านี้ แต่การป้องกันก็ยังไม่ได้มีการดำเนินการอย่างสมบูรณ์ เหตุผลหลักคือ (1) ค่าใช้จ่ายในการปรับใช้มาตรการสูงเกินไป โดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์สุทธิที่จะได้รับ และ (2) บทบาทของรัฐบาลระดับชาติและระดับภูมิภาค/รัฐไม่สอดคล้องกัน แผนแม่บทถูกสร้างขึ้นโดยหน่วยงานของรัฐบาลกลางแห่งหนึ่ง ที่ไม่มีแหล่งทรัพยากรทางการเงินที่จำเป็นในการดำเนินการป้องกัน ความร่วมมือระหว่างรัฐบาลกลาง ระดับภูมิภาค และระดับรัฐ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะมีความจำเป็นเพื่อให้บรรลุการดำเนินการตามแผนแม่บทอย่างสมบูรณ์

เพื่อปรับปรุงแผน และความเป็นไปได้ในการดำเนินการป้องกันสัตว์ป่า กรมผังเมืองและประเทศของมาเลเซียกำลังพัฒนาแผนแม่บทฉบับปรับปรุง ซึ่งคาดว่าจะเผยแพร่ในปลายปี 2021

บทเรียนที่ได้รับ

กรณีศึกษานี้ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการดำเนินการวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ของการป้องกันสิ่งแวดล้อมที่ได้รับเลือก สำหรับการดำเนินการในแผนโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ระดับภูมิภาค โดยการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย กับประโยชน์ของการใช้มาตรการป้องกัน ผู้เขียนสามารถแสดงให้เห็นว่ามาตรการต่าง ๆ ที่เสนอในแผนแม่บท ส่งผลทำให้สังคมได้รับผลประโยชน์ในทางบวก อย่างไรก็ตาม การแสดงผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจในเชิงบวกที่จะเกิดขึ้น สำหรับมาตรการบรรเทาผลกระทบตามแผน ไม่เพียงพอที่จะรับประกันได้ว่ามีการใช้มาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อมหรือไม่ ในกรณีศึกษานี้ มาตรการป้องกันที่เสนอจะต้องดำเนินการโดยรัฐ และรัฐบาลระดับภูมิภาค แต่ค่าใช้จ่ายโดยประมาณสูงเกินไป โดยที่อยู่เหนือจำนวนเงินที่รัฐบาลยินดีจ่าย ดังนั้น ในแง่ของการแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการป้องกัน การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจทั้ง 2 ที่ทำในแผนแม่บทอาจถือว่าประสบความสำเร็จ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ การดำเนินการตามมาตรการป้องกันที่เสนอมานั้นช้า และไม่สมบูรณ์

โครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) อื่น ๆ
ในเอเชียจะได้รับประโยชน์จากประเภทของการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจที่ดำเนินการสำหรับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 ของมาเลเซีย ซึ่งมีการอธิบายทั้งต้นทุน และประโยชน์ของการปกป้องสิ่งแวดล้อม และมาตรการบรรเทาผลกระทบอื่น ๆ ในการศึกษาความเป็นไปได้ แม้ว่าการรวมต้นทุนของการบรรเทาผลกระทบจากโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) จะกลายเป็นเรื่องธรรมดามากขึ้นในแผนโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) และการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ สิ่งสำคัญคือต้องรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจในการประเมินเหล่านี้ด้วย การวิเคราะห์ดังกล่าว สร้างมุมมองทางเศรษฐกิจที่สมดุลมากขึ้น และสามารถแสดงให้เห็นว่า ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการลงทุนในมาตรการป้องกันมักจะเกินรายจ่าย

ข้อมูลการติดต่อ

Dr. Eh Phin Wong, มหาวิทยาลัยนอตติงแฮม มาเลเซีย: EePhin.Wong@nottingham.edu.my

Dr. G. Balamurugan ERE Consulting Group: gbm@ere.com.my

การวิเคราะห์เปรียบเทียบ

พบว่าคำหลัก 5 คำ เป็นการให้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์สำหรับการประเมินกรณีศึกษาทั้งหมด คำหลักแต่ละคำ สะท้อนถึงแง่มุมต่าง ๆ ของกรณีศึกษาที่มีเหมือนกันเกือบทั้งหมด แต่ส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ที่แปรผัน แง่มุมของการพัฒนาโครงการเหล่านี้ ถูกใช้เพื่อประเมิน เปรียบเทียบ และเปรียบเทียบความสำเร็จที่เกี่ยวข้องของโครงการ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงรายชื่อกรณีศึกษาและรูปแบบโครงการของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ในเอเชีย รวมถึงคำสำคัญ และผลหลักที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ตารางที่ 1 แสดงรายชื่อกรณีศึกษาและรูปแบบโครงการของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ในเอเชีย รวมถึงคำสำคัญ และผลหลักที่เกี่ยวข้องกับโครงการ กรณีศึกษาที่เป็นแบบอย่างหรือแบบอย่างที่แสดงโดย *

จำนวน	รูปแบบโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) - ชื่อโครงการ	ประเทศ	คำสำคัญ	ผลที่เกิดขึ้นหลัก
		นิเวศวิทยา		
1	*เส้นทางรถไฟสาย – Chittagong – Cox's Bazar	บังกลาเทศ	BBA	ข้อมูลที่ได้รับแจ้ง; ข้อมูลก่อนการก่อสร้าง, การประเมินการป้อนข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญหลังการก่อสร้าง, การจัดการแบบดัดแปลง
2	*ถนน – ทางหลวงแผ่นดิน ใต้-ตะวันออก-ตะวันตก	ภูฏาน	BBA	ข้อมูลที่ได้รับแจ้ง ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลก่อนการก่อสร้าง, การประเมินการป้อนข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญหลังการก่อสร้าง, การจัดการแบบดัดแปลง
3	สายไฟฟ้า - โตนเลสาบ	กัมพูชา	การเมือง	ข้อมูลที่ได้รับแจ้ง ได้แก่ ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ - ข้อมูลทางการเมือง, การขาดความสามารถ
4	เส้นทางรถไฟ – เส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet	จีน	EIA	การขาดการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) ได้แก่ การประเมินหลังการก่อสร้าง, อุปสรรคทางการเมือง
5	ถนน – ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก	เนปาล	EIA	ข้อมูลไม่เพียงพอ, ขาดความสามารถ
6	*เส้นทางรถไฟ – เส้นทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก	เนปาล	การหลีกเลี่ยง	ข้อมูลที่ได้รับแจ้ง; การป้อนข้อมูลผู้ถือประโยชน์ร่วม
		เศรษฐกิจ		
7	*สายส่งไฟฟ้า – เกาะชวา - เกาะบาหลี	อินโดนีเซีย	ค่าบวก	ข้อมูลที่ระบุ; กระบวนการที่โปร่งใส ต้นทุน-ผลประโยชน์
8	ถนน - ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4	มาเลเซีย	การร่วมมือกัน	ต้นทุน-ผลประโยชน์; การขาดการนำไปปฏิบัติ ขาดเงินทุน

คุณภาพของข้อมูล (หรือขาดข้อมูล)

ข้อมูลก่อนการก่อสร้าง จากการวิจัยอย่างเข้มงวด และการเฝ้าติดตาม เพื่อประเมินผลกระทบมีความจำเป็นสำหรับการออกแบบ และแนะนำการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) ที่เพียงพอ ข้อมูลก่อนการก่อสร้างได้มาจากการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBAs) หรืองานวิจัยอื่น ๆ เพื่อแจ้งการวางแผนการป้องกันใน 4 โครงการ (ทางหลวงแผ่นดินสายใต้-ตะวันออก-ตะวันตก/ภูฏาน; เส้นทางรถไฟสาย Chittagong-Cox's Bazar/Bangladesh; สายไฟฟ้าในพื้นที่โตนเลสาบ/กัมพูชา; รถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก/เนปาล) ในขณะที่มีโครงการเดียวที่ข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการป้องกันที่เหมาะสมใน (ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก/เนปาล)

ข้อมูลหลังการก่อสร้างและการประเมิน ช่วยพิจารณาว่าการป้องกันนั้นใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพในการบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ มี 1 โครงการที่ดำเนินการประเมินหลังการก่อสร้างของประสิทธิภาพการบรรเทาผลกระทบที่มีต่อละมั่งทิเบต และพบว่ามีการกำหนดมาตรการอย่างไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพน้อยกว่าในการบรรลุเป้าหมายการเชื่อมต่อจำนวนประชากรของละมั่ง (เส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet/จีน)

ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ: โครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ที่เพิ่มมากขึ้นได้รวบรวมผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (เช่น นักนิเวศวิทยาทางถนน) ในการออกแบบการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ การปกป้องสิ่งแวดล้อม และการประเมินประสิทธิภาพหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเชิงบวกของการมีส่วนร่วมของผู้เชี่ยวชาญพบได้ใน 4 โครงการ (ทางหลวงแผ่นดินตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตก/ภูฏาน; รถไฟสาย Chittagong-Cox's Bazar/บังกลาเทศ; สายไฟฟ้าในพื้นที่โตนเลสาบ/กัมพูชา; เส้นทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก/เนปาล) ในขณะที่มี 2 โครงการที่ขาดข้อมูล และโครงการต่าง ๆ ส่งผลให้การปกป้องสิ่งแวดล้อมอ่อนแอ และไม่เป็นไปตามมาตรฐานสากล (ทางหลวงสายตะวันออก-ตะวันตก/เนปาล; เส้นทางรถไฟสาย Qinghai-Tibet/จีน)

ขีดความสามารถ: โครงการ 2 โครงการที่โดดเด่นเป็นตัวอย่างที่การขาดความสามารถ และการฝึกอบรมที่เหมาะสมของบุคลากรในโครงการในการออกแบบการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) มีผลกระทบในทางลบต่อการออกแบบโครงการ กำหนดการ และผลลัพธ์ในแง่ของการดำเนินการตามมาตรการบรรเทาผลกระทบ (ทางหลวงตะวันออก-ตะวันตก/เนปาล; สายไฟฟ้าในพื้นที่โตนเลสาบ/กัมพูชา)

การเมือง: โครงการหนึ่ง (สายไฟฟ้าในพื้นที่โตนเลสาบ/กัมพูชา) ได้รับแจ้งข้อมูลอย่างเข้มข้น เพื่อออกแบบการป้องกันสิ่งแวดล้อมตามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตาม รัฐบาลกี่ยังเพิกเฉยต่อคำแนะนำ และหลักฐานของผลกระทบที่สำคัญต่อสายพันธุ์ที่จดทะเบียนในสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) นี่เป็นตัวอย่างหนึ่งของการขาดความสามารถ และการฝึกอบรมภายในรัฐบาล แต่ยังแสดงให้เห็นว่าการเมืองสามารถส่งผลให้ข้อเสนอแนะด้านการป้องกันตามหลักวิทยาศาสตร์ไม่บังเกิดได้อย่างไร

การปรับการบริหารจัดการ: การตรวจสอบหลังการก่อสร้างสามารถระบุข้อบกพร่องของมาตรการบรรเทาผลกระทบ และช่วยออกแบบมาตรการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นของโครงการในอนาคตได้ ไม่ใช่ทุกกรณีศึกษา ที่รวมข้อมูลการตรวจสอบหลังการก่อสร้าง แต่เราได้นำเสนอตัวอย่างที่ดี 2 ตัวอย่าง เกี่ยวกับวิธีการใช้การตรวจสอบในเอเชีย เพื่อให้ข้อมูลการออกแบบโครงสร้างการข้ามสัตว์ป่าในอนาคตดีขึ้น (ทางหลวงแผ่นดินสายใต้-ตะวันออก-ตะวันตก/ภูฏาน; เส้นทางรถไฟสาย Chittagong-Cox's Bazar/บังกลาเทศ)

*กรณีศึกษาทางเศรษฐกิจ*แบ่งปันรูปแบบและประเด็นทั่วไป (เชิงบวกและเชิงลบ) โดยที่ส่งผลให้โครงการเหล่านั้นประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว โครงการทั้งสองได้รับประโยชน์อย่างมากจากข้อมูลเพื่อช่วยในการประเมินต้นทุน และผลประโยชน์ของการนำการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) ไปใช้ในโครงการต่าง ๆ เมื่อเทียบกับการละเว้นโครงการ โครงการเกาะชวา - เกาะบาหลี เป็นตัวอย่างที่ดีเยี่ยมของกระบวนการที่โปร่งใส และให้ข้อมูลในการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ของการปกป้องสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในโครงการสายไฟฟ้า โครงการถนนทางหลวงหมายเลข 4 ของรัฐบาลกลางในมาเลเซียได้รับแจ้งด้วยข้อมูลที่เพียงพอในเอกสารการวางแผน อย่างไรก็ตาม ข้อผิดพลาดในการจัดทำงบประมาณต้นทุนของโครงการ และขอบเขตอำนาจศาลใดเป็นผู้รับผิดชอบด้านการเงิน สำหรับต้นทุนการป้องกัน ส่งผลให้โครงการไม่บรรลุวัตถุประสงค์ในการป้องกันตามที่ระบุไว้

การค้นพบที่สำคัญ

กรณีศึกษาแสดงถึงการค้นพบที่สำคัญจากโครงการนี้ดังต่อไปนี้

ข้อมูลที่มีคุณภาพสูงจากการประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) ที่ออกแบบอย่างเหมาะสมก่อนการก่อสร้าง
มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำให้แน่ใจว่าแผนการป้องกันโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) จะได้แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด

1. โครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ต้องการผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่มีคุณสมบัติเหมาะสม อย่างน้อยที่สุดในการกำกับดูแลโครงการ
   และควรเป็นผู้นำทุกด้านของการออกแบบการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล
   และการวิเคราะห์เพื่อระบุคำแนะนำในการปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ

2. ข้อกำหนดของโครงการสำหรับการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) จำเป็นต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล
   และแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในปัจจุบัน

3. การติดตามและประเมินผลหลังการก่อสร้าง มีความสำคัญต่อการพิจารณาประสิทธิภาพของมาตรการบรรเทาผลกระทบ และการออกแบบ
   การตรวจสอบ จำเป็นต้องมีงบประมาณอย่างเหมาะสม การออกแบบอย่างเหมาะสม
   และดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่มีประสบการณ์ในการประเมินการป้องกันความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น สิ่งก่อสร้างทางข้ามของสัตว์ป่า

4. การประเมินประสิทธิภาพสำหรับการบรรเทาผลกระทบ สามารถช่วยการออกแบบ และวางแผนโครงการในอนาคต
   โดยใช้แนวทางการจัดการที่ปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งบทเรียนที่ได้จากการติดตามโครงการในอดีต ซึ่งจะแสดงข้อมูลให้ทราบ
   และสามารถนำไปปรับปรุงโครงการในอนาคตได้

5. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สามารถแสดงให้เห็นว่าการป้องกันของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI)
   ไม่ได้เป็นเพียงต้นทุนเท่านั้น แต่ยังก่อให้เกิดประโยชน์ในแง่ของสายพันธุ์ และถิ่นที่อยู่ที่ได้รับการอนุรักษ์ ตลอดจนต้นทุนที่ต้องหลีกเลี่ยง
   การวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ ควรรวมอยู่ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น

6. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ สามารถแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการคำนวณต้นทุน สำหรับต้นทุนทางอ้อมต่อฝ่ายที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงการ
   และประโยชน์ของการใช้มาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อมในการประเมินโครงการแบบดั้งเดิม

7. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์อย่างเข้มงวด ซึ่งรวมอยู่ในการประเมินของโครงการ
   สามารถแสดงให้เห็นว่าการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI)
   ไม่เพียงแต่ปกป้องคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมและสัตว์ป่าเท่านั้น แต่ยังสามารถเพิ่มมูลค่าสุทธิปัจจุบันโดยรวมของโครงการโครงสร้างพื้นฐานได้อีกด้วย

8. การขาดการฝึกอบรมและขาดความสามารถ ทำให้การประเมินพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพ (BBA) และ
   การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (EIA) แบบผิวเผินนั้นมีไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้ คำแนะนำในการบรรเทาผลกระทบโดยขาดความรู้
   ส่งผลให้มีการระงับเงินทุนของโครงการ ผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อการเดินเท้าของสัตว์
   และการใช้โครงสร้างการข้ามของสัตว์ป่าอย่างไม่มีประสิทธิภาพ (การออกแบบการป้องกัน)

9. การเมืองสามารถละเลยข้อมูลที่ดีและไม่พิจารณานำข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ มาใช้เพื่อการป้องกันโครงการ

คำแนะนำ

ผลการวิเคราะห์กรณีศึกษา มีการแนะนำข้อเสนอแนะต่อไปนี้สำหรับโครงการในอนาคต

1. โครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ควรใช้วิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดในแง่ของการออกแบบและวิธีการศึกษา เพื่อประเมินผลกระทบต่อคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญ และจำนวนประชากรสัตว์ป่า

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านนิเวศวิทยาสำหรับโครงสร้างพื้นฐานที่มีประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการประเมินผลกระทบของโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) และการออกแบบการป้องกันความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรับประกันว่าโครงการต่าง ๆ เป็นไปตามมาตรฐานสากล และมีการใช้แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด

3. จำเป็นต้องมีการตรวจสอบหลังการก่อสร้างของมาตรการบรรเทาผลกระทบด้วยเงินทุนที่เพียงพอ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการป้องกันได้อย่างเหมาะสม

4. บทเรียนที่ได้รับจากการติดตามการตรวจสอบการป้องกันหลังการก่อสร้าง ควรใช้เพื่อระบุการออกแบบในอนาคตสำหรับโครงการในเอเชีย

5. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการป้องกัน โครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) ควรทำในการศึกษาความเป็นไปได้ เพื่อพิจารณาว่าค่าบวกสุทธิมีผลหรือไม่ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ จำเป็นต้องมีการจำลองเพื่อใช้ในโครงการอื่น

6. การฝึกอบรมที่เพิ่มขึ้นและการเสริมสร้างศักยภาพเป็นสิ่งจำเป็นอย่างเร่งด่วนและเป็นรากฐาน หากเอเชียจะต้องมีโครงการโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้น (LI) ที่ยั่งยืนทางนิเวศวิทยาในอนาคต การศึกษาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในปัจจุบันในการวางแผน การออกแบบ และการประเมินมาตรการบรรเทาผลกระทบเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อเริ่มต้นการสร้างสถาบันการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานเชิงเส้นที่เป็นมิตรต่อสัตว์ป่า (WFLI) ในเอเชีย

กิตติกรรมประกาศ

Anthony P. Clevenger จากสถาบันการขนส่งทางตะวันตก (WTI) มหาวิทยาลัยรัฐมอนแทนา ผู้ทำการระบุ วิจัย และเขียนกรณีศึกษาทางนิเวศวิทยา Thaís Vilela และ Kim Bonine จากกองทุนยุทธศาสตร์การอนุรักษ์ ผู้ระบุ วิจัย และเขียนกรณีศึกษาทางเศรษฐกิจ Grace Stonecipher (ศูนย์อนุรักษ์ภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ [CLLC]), Melissa Butynski (CLLC) และ Rob Ament (CLLC/WTI) ผู้สนับสนุนการจัดทำรายงาน รายการที่ระบุด้านล่างของกรณีศึกษาแต่ละกรณี แสดงข้อมูล และทำให้เห็นภาพขึ้นด้วยการแสดงรูปภาพและตัวเลข

แหล่งอ้างอิง

Asian Development Bank. (2009). *Safeguard Policy Statement* [Policy Paper]. ADB.

Asian Development Bank. (2016). *Real-Time Evaluation of ADB's Safeguard Implementation Experience Based on Selected Case Studies* [Thematic Evaluation Study]. Asian Development Bank. https://www.adb.org/sites/default/files/evaluation-document/177678/files/safeguards-evaluation.pdf

Asian Development Bank. (2018). *Biodiversity Baseline Assessment: Phipsoo Wildlife Sanctuary in Bhutan* (Bhutan). Asian Development Bank. https://www.adb.org/publications/biodiversity-baseline-assessment-bhutan

Asian Development Bank. (2019a). *Bhutan: Road Network Project II. Completion Report* (p. 73). https://www.adb.org/sites/default/files/project-documents/39225/39225-022-pcr-en.pdf

Asian Development Bank. (2019b). *Green Infrastructure Design for Transport Projects: A Road Map to Protecting Asia's Wildlife Biodiversity*. Asian Development Bank. https://doi.org/10.22617/TCS189222

Asian Development Bank. (2021). *Indonesia: Java–Bali 500-Kilovolt Power Transmission Crossing Project* [Completion Report]. Asian Development Bank. https://www.adb.org/sites/default/files/project-documents/42362/42362-013-pcr-en.pdf

Buho, H., Jiang, Z., Liu, C., Yoshida, T., Mahamut, H., Kaneko, M., Asakawa, M., Motokawa, M., Kaji, K., Wu, X., Otaishi, N., Ganzorig, S., & Masuda, R. (2011). Preliminary study on migration pattern of the Tibetan antelope (Pantholops hodgsonii) based on satellite tracking. *Advances in Space Research*, *48*(1), 43–48. https://doi.org/10.1016/j.asr.2011.02.015

Chandran, N. (2018, August 10). *Southeast Asia is betting on hydropower, but there are risks of economic damage*. CNBC. https://www.cnbc.com/2018/08/10/hydropower-in-southeast-asia-dams-may-risk-economic-damage.html

Chogyel, K., Dodd, N., & Yangzom, K. (2017). Wildlife use of highway underpasses in southern Bhutan. *2017 Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation, Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, USA.*

Clements, G. R., Lynam, A. J., Gaveau, D., Yap, W. L., Lhota, S., Goosem, M., Laurance, S., & Laurance, W. F. (2014). Where and How Are Roads Endangering Mammals in Southeast Asia's Forests? *PLOS ONE*, *9*(12), e115376. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115376

Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., & Sheikh, A. (2011). The case study approach. *BMC Medical Research Methodology*, *11*(1), 100. https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-100

Dear, C., Melnyk, M., Sharma, N., Berg, K., Ament, R., Shrestha, M., & Pariwakam, M. (2019). *Post-Approval Field Review Report: SASEC Roads Improvement Project (Nepal)*. USAID.

Department of Roads, Royal Government of Bhutan. (2009). *Bhutan: Road Network Project II, Environmental Assessment and Measures*. Asian Development Bank (ADB). https://www.adb.org/sites/default/files/project-document/64997/39225-bhu-seia.pdf

Department of Roads, Royal Government of Bhutan. (2017). *Use of underpasses by Asian elephants. Final wildlife monitoring report (draft). Road Network Project II, Project No. 39225-012.*

Department of Town and Country Planning. (2009). *CFS I: Master Plan for Ecological Linkages* [Final Report]. https://conservationcorridor.org/cpb/Peninsular_Malaysia_Regional_Planning_Division_2009.pdf

Dixon, A., Maming, R., Gunga, A., Purev-Ochir, G., & Batbayar, N. (2013). The problem of raptor electrocution in Asia: Case studies from Mongolia and China. *Bird Conservation International*, *23*(4), 520–529. https://doi.org/10.1017/S0959270913000300

DNPWC. (2016). *Tiger Conservation Action Plan for Nepal (2016-2020)*. Department of National Parks and Wildlife Conservation.

DNPWC. (2018). *State of Conservation of Chitwan National Park 2018*. Department of National Parks and Wildlife Conservation.
DNPWC. (2021). *State of Conservation of Chitwan National Park 2021*. Department of National Parks and Wildlife Conservation.
Dodd, N., & Imran, A. (2018). *Assessment of Biodiversity Baseline and Asian Elephant Distribution within the Chittagong-Cox's Bazar Rail Project Area of Influence, Bangladesh*. Asian Development Bank.
Donggul, W., Park, H.-B., Seo, H.-S., Moon, H.-G., Lim, A., Choi, T., & E. Song. (2018). Assessing Compliance with the Wildlife Crossing Guideline in South Korea. *Journal of Forest and Environmental Science*, *34*(2), 176–179.
DoR. (2016). *Environmental Impact Assessment, SASEC Roads Improvement Project, August 2016.* Prepared by Department of Roads, Ministry of Physical Infrastructure and Transport, Government of Nepal for the Asian Development Bank.
DoRW. (2018). *Expression of Interest Document for DPR of Nijgadh-Hetauda-Bharatpur Sector of MMER*. Nepal Department of Railways. https://bolpatra.gov.np/egp/download?alfId=17369569-a106-442b-b4d2-cbf57b9ffaf6&docId=60666627
Electricite du Cambodge. (2015a). *Press Release: 230 kV Electricity Transmission Line Project from Battambang Province–Siem Reap Province–Kampong Thom Province–Kampong Cham Province.* Electricite du Cambodge.
Electricite du Cambodge. (2015b). *Press Release: 230 kV Electricity Transmission Line Project from Kampong Thom Province–Preah Vihear Province.* Electricite du Cambodge.
Eng, M. (2016, December 8). *Cambodia's Bengal Floricans Threatened by Planned Power Line Development*. https://cambodia.wcs.org/About-Us/Latest-News/articleType/ArticleView/articleId/9430/Cambodias-Bengal-Floricans-Threatened-by-Planned-Power-Line-Development.aspx
He, G., Zhang, L., & Lu, Y. (2009). Environmental impact assessment and environmental audit in large-scale public infrastructure construction: The case of the Qinghai-Tibet Railway. *Environmental Management*, *44*(3), 579–589. https://doi.org/10.1007/s00267-009-9341-5
IUCN. (2014). *Elephant route identification project for construction of single line meter gauge railway track from Dohazari−Cox's Bazaar via Ramu and Ramu to Gundurn near Myanmar border. Final Report to Bangladesh Railway.* IUCN-Bangladesh.
Karki, J. (2020). *Biodiversity baseline assessment and mitigation strategy, Narayanghat-Butwal Road Project, Nepal* (p. 110). Report submitted to Nepal Department of Roads, Project Directorate (Asian Development Bank).
Leslie, D. M., Jr., & Schaller, G. B. (2008). Pantholops Hodgsonii (Artiodactyla: Bovidae). *Mammalian Species*, *817*, 1–13. https://doi.org/10.1644/817.1
Li, Y., Zhou, T., & Jiang, H. (2008). Utilization effect of wildlife passages in Golmud-Lhasa section of Qinghai-Tibet Railway. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, *29*, 127–131.
Losos, E., Pfaff, A., Olander, L., Mason, S., & Morgan, S. (2019). *Reducing Environmental Risks from Belt and Road Initiative Investments in Transportation Infrastructure*. World Bank, Washington, DC. https://doi.org/10.1596/1813-9450-8718
Mahood, S. P. (2021). *Avian power line mortality in the Northern Tonle Sap Protected Landscape (NTSPL), June 2019 – January 2021*. Wildlife Conservation Society Cambodia Program.
Mahood, S. P., Silva, J. P., Dolman, P. M., & Burnside, R. J. (2018). Proposed power transmission lines in Cambodia constitute a significant new threat to the largest population of the Critically Endangered Bengal florican Houbaropsis bengalensis. *Oryx*, *52*(1), 147–155. https://doi.org/10.1017/S0030605316000739
Manayeva, K. (2014). *Migration patterns and habitat use of the Tibetan antelope (Pantholops Hodgsonii) based on Argos tracking in Qinghai-Tibetan plateau, China* [Rakuno Gakuen University / 酪農学園大学]. http://oatd.org/oatd/record?record=handle%5C%3A10659%5C%2F3708

Martin, G. R., & Shaw, J. M. (2010). Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biological Conservation*, *143*(11), 2695–2702. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.014

Menon, V., Tiwari, S. K., Jahas, S., Ramkumar, K., Rathnakhumar, S., Ramith, M., Bodhankar, S., & Deb, K. (2015). *Staying Connected: Addressing the Impacts of Linear Intrusions on Wildlife in the Western Ghats (CEPF Grant No. 62921)*. Wildlife Trust of India. https://www.cepf.net/sites/default/files/final_report_by_wti_on_staying_connected_linear_intrusion_in_western_ghats.pdf

Ministry of Railways. (2016). *BAN: SASEC Chittagong – Cox's Baxar Railway Project Phase 1. Environmental Impact Assessment.* Government of Bangladesh.

MoEF. (1994). *Draft National Environmental Management Action Plan (NEMAP) Volume II: Main Report*. Bangladesh Ministry of Environment and Forest.

Narain, D., Maron, M., Teo, H. C., Hussey, K., & Lechner, A. M. (2020). Best-practice biodiversity safeguards for Belt and Road Initiative's financiers. *Nature Sustainability*, *3*(8), 650–657. https://doi.org/10.1038/s41893-020-0528-3

Packman, C. E., Showler, D. A., Collar, N. J., Virak, S., Mahood, S. P., Handschuh, M., Evans, T. D., Chamnan, H., & Dolman, P. M. (2014). Rapid decline of the largest remaining population of Bengal Florican Houbaropsis bengalensis and recommendations for its conservation. *Bird Conservation International*, *24*(4), 429–437. https://doi.org/10.1017/S0959270913000567

Perusahaan Listrik Negarat (PLN). (2013). *INO: Java-Bali 500 kV Power Transmission Crossing Project: Environmental Impact Assessment* (p. 439). Prepared by T Perusahaan Listrik Negara (Persero) for the Asian Development Bank.

Quintero, J. D., Roca, R., Morgan, A., Mathur, A., & Shi, X. (2010). *Smart Green Infrastructure in Tiger Range Countries* (p. 80). International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.

Railway Technology. (2006, September 21). Qinghai-Tibet Heavy Rail Line. *Railway Technology*. https://www.railway-technology.com/projects/china-tibet/

Royal Government of Bhutan. (2017b). *National Transport Policy of Bhutan—Second Draft*. Amstelveen: KPMG International. https://www.moic.gov.bt/wp-content/uploads/2017/08/Second-Draft-National-Transport-Policy-Bhutan.pdf

Schaller, G. (1998). *Wildlife of the Tibetan steppe.* University of Chicago Press. https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/W/bo3646086.html

Shaw, J. M., Reid, T. A., Schutgens, M., Jenkins, A. R., & Ryan, P. G. (2018). High power line collision mortality of threatened bustards at a regional scale in the Karoo, South Africa. *Ibis*, *160*(2), 431–446. https://doi.org/10.1111/ibi.12553

USAID. (2013, July 24). *Title XIII: International Financial Institutions Act of 1977, As Amended*. https://www.usaid.gov/our_work/environment/compliance/title13

Van Merm, R., & Talukdar, B. K. (2016). *Report on the Mission to Chitwan National Park, Nepal from 14 to 21 March, 2016*. IUCN. https://whc.unesco.org/en/soc/3900

Wildlife Conservation Division. (2016). *Summary: Bhutan's State Of Parks Report 2016*. WWF and Wildlife Conservation Division, Department of Forest and Parks Services, Ministry of Agriculture and Forest, Thimphu.

World Heritage Convention. (2014). *Chitwan National Park (Nepal): State of Conservation 2014*. UNESCO. https://whc.unesco.org/en/soc/2873

Xia, H. (2020). The Role and Problems of Environmental Impact Assessment in Governing Hydro-Power Projects in Cambodia. *Beijing Law Review*, *11*(02), 501. https://doi.org/10.4236/blr.2020.112031

Xia, L., Yang, Q., Li, Z., Wu, Y., & Feng, Z. (2007). The effect of the Qinghai-Tibet railway on the migration of Tibetan antelope Pantholops hodgsonii in Hoh-xil National Nature Reserve, China. *Oryx*, *41*(3), 352–357. https://doi.org/10.1017/S003060530700116

Xu, W., Huang, Q., Stabach, J., Buho, H., & Leimgruber, P. (2019). Railway underpass location affects migration distance in Tibetan antelope (Pantholops hodgsonii). *PLoS ONE*, *14*(2), e0211798. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211798