



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



GREGOIRE DUBOIS

संलग्नक 1: एशिया में जैव विविधता के लिए रैखिक अवसंरचना के खतरों का स्थानिक विश्लेषण

अस्वीकरण: इस प्रकाशन में व्यक्त किए गए लेखक के विचार हितधारकों द्वारा प्रदान की गई सर्वोत्तम उपलब्ध जानकारी पर आधारित हैं और जरूरी नहीं कि वे United States Agency for International Development या संयुक्त राज्य की सरकार के विचारों को दर्शाते हों। रिपोर्ट(टों) के अंग्रेजी संस्करण आधिकारिक संस्करण हैं। रिपोर्ट(टों) के अनुवादित संस्करण अनुरोध करने पर उपलब्ध कराए गए हैं।

विषय-सूची

संक्षिप्त शब्द	I
परिचय	3
भाग I: एशिया में जैव विविधता के लिए रैखिक अवसंरचना के खतरों का एक मोटे पैमाने का स्थानिक विश्लेषण	5
तरीके	5
जैव विविधता संरक्षण को प्राथमिकता देना	5
जैव विविधता इनपुट परतें	6
परत प्रसंस्करण	9
कॉम्पोजिट बायोडायवर्सिटी इंडेक्स	10
जैव विविधता कोर की पहचान करना	10
वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं से तुलना	11
प्रस्तावित LI का मानचित्रण	13
संभावित प्रभावों का आकलन करना	14
परिणाम	15
जैव विविधता मानचित्रण	15
प्रस्तावित LI का विस्तार	25
जैव विविधता पर संभावित LI प्रभाव	28
चर्चा	32
जैव विविधता के लिए खतरा	33
LI खतरों की बेहतर समझ की ओर	34
योगदान	36
डेटा उपलब्धता	36
भाग II: चयनित एशियाई परिदृश्यों में संभावित LI प्रभावों का सूक्ष्म पैमाने पर विश्लेषण	36
विश्लेषण 1: हिम तेंदुओं पर मंगोलिया में प्रस्तावित पक्की सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव	36
तरीके	37
परिणाम	38
चर्चा	41
योगदान	42
विश्लेषण 2: नेपाल के तराई आर्क लैंडस्केप में बाघों पर सड़क और रेल विकास के संभावित प्रभाव	43
तरीके	43
परिणाम	44
चर्चा	47
योगदान	48
विश्लेषण 3: असम, भारत में नेशनल हाईवे 37 के विस्तार के दौरान वन्यजीवों पर पड़ने वाले प्रभाव को कम करना	49
तरीके	51
परिणाम	51
चर्चा	55

योगदान	56
विश्लेषण 4: कज़ाकिस्तान के बेटपाक-डाला सैगा मृग आबादी पर सेंटर-वेस्ट रोड के संभावित प्रभाव	57
तरीके	57
परिणाम	58
चर्चा	60
योगदान	61
विश्लेषण 5: थाईलैंड में भावी बिजली लाइन के विकास से महत्वपूर्ण पक्षी क्षेत्रों को खतरा	62
तरीके	62
परिणाम	63
चर्चा	64
योगदान	66
विश्लेषण 6: खुलन और गोइटर्ड गज़ेल पर मंगोलिया में नियोजित पक्की सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव	67
तरीके	67
परिणाम	68
चर्चा	74
योगदान	75
सूक्ष्म पैमाने के विश्लेषण का संश्लेषण	75
भाग III: अनुकरणीय सूक्ष्म पैमाने के स्थानिक विश्लेषणों की समीक्षा	77
अनुकरणीय अध्ययन 1: इंडोनेशियाई बोर्नियो में जैव विविधता पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (ALAMGIR ET AL. 2019)	77
अनुकरणीय अध्ययन 2: सुमात्रा, इंडोनेशिया में जैव विविधता पर सड़कों और बिजली लाइनों के संभावित प्रभाव (SLOAN, ALAMGIR ET AL. 2019)	78
अनुकरणीय अध्ययन 3: मलेशियाई बोर्नियो में जैव विविधता पर सड़कों के संभावित प्रभाव (SLOAN, CAMPBELL ET AL. 2019)	79
अनुकरणीय अध्ययन 4: भारत में बाघों पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (PARIWAKAM ET AL. 2018)	80
अनुकरणीय अध्ययन 5: कंबोडिया में बंगाल फ्लोरिकन पर बिजली लाइनों के संभावित प्रभाव (MAHOOD ET AL. 2018)	81
अनुकरणीय अध्ययन 6: म्यांमार में धूमिल तेंदुओं पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (KASZTA ET AL. 2020)	82
अनुकरणीय अध्ययन 7: नेपाल में हिम तेंदुओं पर सड़कों के संभावित प्रभाव (WWF 2018)	83
अनुकरणीय अध्ययन 8: मध्य भारत में बाघों पर सड़कों के संभावित प्रभाव (THATTE ET AL. 2018)	84
अनुकरणीय अध्ययन 9: मलेशियाई बोर्नियो में धूमिल तेंदुओं पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (KASZTA ET AL. 2019)	85
अनुकरणीय अध्ययन 10: लाओस में जैव विविधता पर सड़कों के संभावित प्रभाव (DANYO ET AL. 2018)	86
अनुकरणीय अध्ययन 11: तराई आर्क, नेपाल में जैव विविधता पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (SHARMA ET AL. 2018)	87
अनुकरणीय अध्ययन का संश्लेषण	89
अध्ययन की विविधता	90
जैव विविधता पर प्रभाव	90
रैखिक अवसंरचना डेटा	90
जैविक डेटा	91
विश्लेषण के तरीके	92

अनुशंसा और निष्कर्ष	92
योगदान	93
मुख्य निष्कर्ष	94
सिफारिशें	96
साहित्य उद्धृत	98

चित्रों की तालिका

चित्र 1: विश्लेषण में जैव विविधता परतों पर विचार किया गया। (A) बहुतायत आधारित जैव विविधता अक्षुण्णता। (B) समृद्धि आधारित जैव विविधता अक्षुण्णता। (C) परिस्थितिक क्षेत्र अक्षुण्णता। (D) मानवजनित बदलाव। (E) स्तनधारी समुदाय अक्षुण्णता। (F) संरक्षित क्षेत्र के विस्तार के लिए वैश्विक प्राथमिकता वाले क्षेत्र। (G) संरक्षित क्षेत्र के विस्तार के लिए राष्ट्रीय प्राथमिकता वाले क्षेत्र। (H) उभयचर प्रजातियों की समृद्धि। (I) पक्षी प्रजातियों की समृद्धि। (J) स्तनधारी प्रजातियों की समृद्धि। (K) संकटग्रस्त उभयचर प्रजातियों की समृद्धि। (L) संकटग्रस्त पक्षी प्रजातियों की समृद्धि। (M) संकटग्रस्त स्तनधारी प्रजातियों की समृद्धि। (N) वैश्विक खतरे सहित अहम स्थानिकता। परतों के बीच अतिरेक को कम करने के लिए B, D, H, I, और J परतों को अंततः विश्लेषण से हटा दिया गया था।.....	7
चित्र 2: मौजूदा वैश्विक जैव विविधता संरक्षण प्राथमिकता योजनाएं। (A) अक्षुण्ण वन परिदृश्य। (B) क्रिटिकल इकोसिस्टम पार्टनरशिप फंड जैव विविधता हॉटस्पॉट। (C) वैश्विक 200 परिस्थितिक क्षेत्र। (D) की बायोडायवर्सिटी एरिया। (E) इंटरनेशनल फाइनैस कॉर्पोरेशन परफॉर्मैस स्टैंडर्ड 6 महत्वपूर्ण आवास।.....	12
चित्र 3: एशियाई अध्ययन क्षेत्र में 1-km के रिजोलुशन पर कॉम्पोजिट बायोडायवर्सिटी इंडेक्स (CBI)। CBI की गणना सभी जैव विविधता इनपुट परतों में क्रांटाइल-रूपांतरित मानों के माध्यिका के रूप में की गई थी।.....	17
चित्र 4: सभी इनपुट परतों में जैव विविधता मान में परिवर्तनशीलता। प्रत्येक पैनल प्रत्येक ग्रिड सेल के लिए नौ क्रांटाइल-रूपांतरित मानों (एक प्रति जैव विविधता परत) के सेट से गणना की गई एक अलग संक्षिप्त आंकड़ा दिखाता है: अधिकतम क्रांटाइल (शीर्ष बाएं), न्यूनतम क्रांटाइल (शीर्ष दाएं), क्रांटाइल का मानक विचलन (नीचे बाएं), और क्रांटाइल > 0.9 वाली परतों की गिनती (नीचे दाएं)।.....	18
चित्र 5: उच्च जैव विविधता मान को परिभाषित करने के लिए महाद्वीपीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर (गहरे हरे रंग की पट्टी), 0.9 (शीर्ष पैनल), 0.8 (मध्य पैनल), या 0.7 (निचला पैनल) की क्रांटाइल देहली को मानते हुए।.....	19
चित्र 6: उच्च जैव विविधता मान को परिभाषित करने के लिए क्षेत्रीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर, 0.9 (शीर्ष पैनल), 0.8 (मध्य पैनल), या 0.7 (निचला पैनल) की क्रांटाइल देहली को मानते हुए। गहरे रंग की पट्टी कोर को दर्शाते हैं और हल्के रंग की पृष्ठभूमि छायांकन क्षेत्रों को अलग करता है (हरा = मध्य एशिया, नारंगी = पूर्वी एशिया, भूरा = दक्षिण एशिया, लाल = दक्षिण पूर्व एशिया)।.....	20
चित्र 7: उच्च जैव विविधता मान को परिभाषित करने के लिए राष्ट्रीय स्तर पर बड़े जैव विविधता कोर, 0.9 (शीर्ष पैनल), 0.8 (मध्य पैनल), या 0.7 (निचला पैनल) की क्रांटाइल देहली को मानते हुए। विभिन्न देशों में कोर के बीच अंतर करने के लिए विभिन्न रंगों का उपयोग किया गया है।.....	21
चित्र 8: एशिया भर में प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना परियोजनाओं के मार्ग और संभावित प्रभाव क्षेत्र (PEZs)।.....	27
चित्र 9: प्रस्तावित LI मार्गों (सभी साधन) के संभावित प्रभाव क्षेत्रों (PEZs) और महाद्वीपीय पैमाने (शीर्ष पैनल) और राष्ट्रीय स्तर (निचला पैनल) पर शीर्ष 20% जैव विविधता कोर के बीच अतिच्छादन।.....	30
चित्र 10: प्रस्तावित LI मार्गों के संभावित प्रभाव क्षेत्रों (PEZs) और एशिया के चयनित क्षेत्रों के भीतर जैव विविधता के प्रमुख क्षेत्रों के बीच अतिच्छादन। दिखाए गए जैव विविधता कोर राष्ट्रीय स्तर पर शीर्ष 20% CBI मानों पर आधारित हैं। दिखाए गए LI मार्गों में सभी तीन साधन (सड़क, रेलवे, बिजली लाइन) शामिल हैं।.....	31
चित्र 11: हिम तेंदुओं और प्रस्तावित पक्की सड़कों और रेलवे के बीच संभावित संघर्ष के क्षेत्र। शीर्ष पैनल: प्रस्तावित LI और हिम तेंदुओं के कब्जे वाले क्षेत्रों के बीच अतिच्छादन। प्रस्तावित LI विशेषताओं के भाग जो अधिग्रहित क्षेत्रों पर अतिच्छादित होते हैं उन्हें मोटी रेखाओं से दिखाया गया है। निचला पैनल: हिम तेंदुओं के लिए प्रस्तावित LI और संभावित फैलाव गलियारों के बीच के कटान बिंदु। मोटी हरी रेखाएं उन गलियारों को दर्शाती हैं जो हिम तेंदुओं की आवाजाही के लिए अधिक योग्य हैं।.....	40
चित्र 12: बाघ संरक्षण के लिए प्रस्तावित LI मार्गों और प्राथमिकता वाले क्षेत्रों के बीच कटान। LI मार्गों के वे भाग जो संरक्षण के महत्व वाले क्षेत्रों को काटते हैं, उन्हें मोटी लाइन से दर्शाया गया है। (A) सभी संरक्षित क्षेत्रों, बफर जोन, वन गलियारे, और उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्रों सहित संपूर्ण अध्ययन क्षेत्र; (B) शुक्लफांटा नेशनल पार्क के आसपास का क्षेत्र; (C) बांके-बरदिया कॉम्प्लेक्स के आसपास का क्षेत्र; और (D) चितवन-परसा कॉम्प्लेक्स के आसपास का क्षेत्र।.....	46

चित्र 13: चार अनुकूलित हॉटस्पॉट विश्लेषण के परिणाम, जहां गहरा लाल अवलोकनों के अधिक घनत्व को इंगित करता है और सफेद उन क्षेत्रों को इंगित करता है जो सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हॉटस्पॉट नहीं थे। A) मृत जानवरों के हॉटस्पॉट। B) सड़क पार करने वाले जीवित जानवरों के हॉटस्पॉट। C) सड़क के पास जीवित जानवरों के हॉटस्पॉट। बैंगनी बहुभुज Menon et al. द्वारा पहचाने गए हाथी गलियारे हैं। (2017).....	53
चित्र 14: चार अनुकूलित हॉटस्पॉट विश्लेषण के परिणाम, जहां गहरा लाल अवलोकनों के अधिक घनत्व को इंगित करता है और सफेद उन क्षेत्रों को इंगित करता है जो सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हॉटस्पॉट नहीं थे। A) मानसून के बाहर मृत हर्पटाइल्स के हॉटस्पॉट। B) मानसून के दौरान मृत हर्पटाइल्स के हॉटस्पॉट। C) मानसून के बाहर (सड़क के पास या क्रॉस करते हुए) जीवित खुरदार स्तनधारी के हॉटस्पॉट। D) मानसून के दौरान जीवित खुरदार स्तनधारी (सड़क के पास या क्रॉसिंग) के हॉटस्पॉट। बैंगनी बहुभुज Menon et al. द्वारा पहचाने गए हाथी गलियारे हैं। (2017).....	54
चित्र 15: मध्य कज़ाकिस्तान में बेटपाक-डाला सैगा मृग आबादी के तोर्गाई समूह (बीच में बाएं) और तेंगिज़ समूह (ऊपरी दाएं) की होम रेंज। सेंटर-वेस्ट रोड का प्रस्तावित मार्ग दोनों समूहों की होम रेंज को द्विभाजित करता है।...	59
चित्र 16: थाईलैंड में प्रस्तावित बिजली लाइनें और इम्पोर्टेंट बर्ड एंड वायोडायवर्सिटी एरिया (IBAs)। मोटी रेखाएं प्रस्तावित बिजली लाइनों के उन वर्गों को दर्शाती हैं जो IBAs को काटेंगे।	64
चित्र 17: 20 गज़ेल होम रेंज के साथ रैखिक अवसंरचना का अतिच्छादन। मोटी रेखाएं मौजूदा या नियोजित LI और होम रेंज के कटान वाली जगहों को इंगित करती हैं।.....	69
चित्र 18: वे स्थान जहां 20 गोइर्टर्ड गज़ेल नियोजित रेल, नियोजित सड़कों और निर्माणाधीन रेलों को पार किया।...	70
चित्र 19: 20 खुलन होम रेंज के साथ रैखिक अवसंरचना का अतिच्छादन। मोटी रेखाएं मौजूदा या नियोजित LI और होम रेंज के कटान वाली जगहों को इंगित करती हैं।.....	72
चित्र 20: वे स्थान जहां 20 खुलन नियोजित रेल, नियोजित सड़कों और निर्माणाधीन रेलों को पार किया।	73
चित्र 21: मौजूदा पक्की सड़कों पर खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल के लिए क्रॉसिंग स्थान।	74

तालिकाओं की तालिका

तालिका 1: जैव विविधता डेटा सेट का विवरण.....	8
तालिका 2: मौजूदा वैश्विक जैव विविधता प्राथमिकता योजनाओं का विवरण	13
तालिका 3: रैखिक अवसंरचना डेटा स्रोत.....	14
तालिका 4: प्रत्येक बायोम के भीतर महाद्वीपीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर का अनुपात	23
तालिका 5: पिछली वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं में पहचानी गई जैव विविधता विशेषताओं और इस विश्लेषण से बड़े जैव विविधता कोर के बीच अतिच्छादन.....	24
तालिका 6: एशिया में प्रस्तावित LI परियोजनाओं की लंबाई.....	25
तालिका 7: प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना मार्गों के संभावित प्रभाव क्षेत्र (PEZs) के भीतर जैव विविधता कोर के कुल क्षेत्रफल का अनुपात।	29
तालिका 8: प्रस्तावित LI मार्गों और संरक्षित क्षेत्रों के संभावित प्रभाव क्षेत्रों (PEZs) के बीच अतिच्छादन.....	31
तालिका 9: प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना (पक्की सड़कें और रेलवे) और हिम तेंदुए के कब्जे वाले क्षेत्रों और संभावित फैलाव गलियारों के बीच अतिच्छादन का विस्तार.....	39
तालिका 10: तराई आर्क में बाघ संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण क्षेत्रों को काटने वाली प्रस्तावित / निर्माणाधीन सड़क और रेल मार्गों की लंबाई (km).....	45
तालिका 11: प्रत्येक टैक्सोनॉमिक श्रेणी में देखे गए जानवरों की संख्या.....	52
तालिका 12: सेंटर-वेस्ट रोड प्रस्तावित मार्ग के साथ बेटपाक-डाला सैगा आबादी के तेंगिज़ और तोर्गाई समूहों की होम रेंज का अतिच्छादन.....	59
तालिका 13: अध्ययन अवधि के दौरान बेटपाक-डाला आबादी से 43 कॉलर वाले सैगा मृग द्वारा सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग के देखे गए क्रॉसिंग की संख्या	60
तालिका 14: थाईलैंड और इम्पोर्टेंट बर्ड एंड वायोडायवर्सिटी एरिया (IBAs) में प्रस्तावित बिजली लाइनों की लंबाई	63
तालिका 15: साधन के अनुसार 20 गोइर्टर्ड गज़ेल के लिए होम रेंज का LI अतिच्छादन.....	68
तालिका 16: LI प्रकार के अनुसार 20 गोइर्टर्ड गज़ेल की प्रति वर्ष क्रॉसिंग की दर.....	69
तालिका 17: साधन के अनुसार 20 खुलन के लिए होम रेंज का LI अतिच्छादन.....	71
तालिका 18: LI प्रकार के अनुसार 20 खुलन की प्रति वर्ष क्रॉसिंग की दर.....	72

संक्षिप्त शब्द

ADB	Asian Development Bank
ADCI	अल्टीन डाला कंजर्वेशन इनिशिएटिव
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
BRI	बेल्ट एंड रोड इनिशिएटिव
CAREC	सेंट्रल एशिया सबरीजनल इकोनॉमिक कोऑपेरेशन प्रोग्राम
CBI	कॉम्पोजिट बायोडायवर्सिटी इंडेक्स
CEPF	क्रिटिकल इकोसिस्टम पार्टनरशिप फंड
CLLC	Center for Large Landscape Conservation
DNPWC	Department of National Parks and Wildlife Conservation
GMS	GREATER MEKONG SUBREGION
GPS	ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम
HoB	हार्ट ऑफ बोर्नियो इनिशिएटिव
IBA	इम्पोर्टेंट बर्ड एंड वायोडायवर्सिटी एरिया
IFC	International Finance Corporation
IFCPS	इंटरनेशनल फाइनेंस कॉर्पोरेशन परफॉर्मेंस स्टैंडर्ड
IIC	इंटीग्रल इंडेक्स कनेक्टिविटी
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
KBA	प्रमुख जैव विविधता क्षेत्र
KDE	कर्नेल घनत्व अनुमान
LI	रैखिक अवसंरचना
NGO	गैर सरकारी संगठन
NHAI	National Highway Authority of India
NH-37	इंडियन नेशनल हाईवे 37

N-S	नॉर्थ-साउथ
PA	संरक्षित क्षेत्र
PEZ	संभावित प्रभाव क्षेत्र
सड़कें	रोडकिल ऑब्जर्वेशन एंड डेटा सिस्टम
SASEC	साउथ एशिया सबरीजलन इकोनॉमिक कोऑपेरेशन प्रोग्राम
TAL	तराई आर्क लैंडस्केप
TSH	ट्रांस-सुमात्रन हाईवे
USAID	United States Agency for International Development
WCS	Wildlife Conservation Society
WTI	वेस्टर्न ट्रांसपोर्टेशन इंस्टीट्यूट
WWF	वर्ल्ड वाइड फंड फॉर नेचर (पूर्व में वर्ल्ड वाइल्डलाइफ फंड)

परिचय

जैव विविधता पर रैखिक अवसंरचना (LI) के विकास के प्रभाव स्वाभाविक रूप से स्थानिक हैं। LI मार्गों की स्थिति और उनसे प्रभावित जैविक रूप से महत्वपूर्ण विशेषताओं (जैसे संरक्षित क्षेत्र, महत्वपूर्ण आवास पट्टी और वन्यजीव गलियारे) को जाने बिना, LI प्रभावों के बारे में हमारी समझ सीमित रहेगी। स्थानिक विश्लेषण हमें प्रभावों के परिमाण और प्रकार को चिह्नित करने, वर्तमान में (या भविष्य में) सबसे गंभीर प्रभाव वाले स्थानों की पहचान करने में मदद करते हैं, और प्रभावों से बचने या कम करने के प्रयासों को निष्पक्ष रूप से प्राथमिकता देते हैं। एशिया में जैव विविधता पर मौजूदा सड़कों, रेल और बिजली लाइनों के देखे गए प्रभावों का दस्तावेजीकरण करने के लिए हाल के वर्षों में कई स्थानिक विश्लेषण किए गए हैं; हमने इस रिपोर्ट के संलग्नक 4 में इन पूर्वव्यापी अध्ययनों की समीक्षा की है। हालांकि, भविष्यदर्शी अध्ययनों की तत्काल आवश्यकता है जो योजना के चरण में और इसके निर्माण से पहले प्रस्तावित LI की जैव विविधता के प्रभावों की भविष्यवाणी करने के लिए स्थानिक विश्लेषण का उपयोग करते हैं। संभावित LI प्रभावों के भविष्यदर्शी स्थानिक विश्लेषण साहित्य में अपेक्षाकृत दुर्लभ ही मिलते हैं। हालांकि, वे विशेष रूप से मूल्यवान हैं क्योंकि वे मार्गदर्शन प्रदान करते हैं कि LI से जैव विविधता का नुकसान होने से पहले उसे कैसे और कहां से रोकना है या कम करना है, जो LI विकास के बाद जैव विविधता के नुकसान की भविष्यवाणी करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। प्रकार के स्थानिक पैमानों, भौगोलिक क्षेत्रों, LI साधन और रुचि के टैक्सा के लिए प्रस्तावित LI विकास से जैव विविधता के लिए संभावित खतरों का आकलन करने के लिए स्थानिक विश्लेषण का उपयोग कैसे किया जा सकता है। यह यूनाइटेड स्टेट्स एजेंसी फॉर इंटरनेशनल डेवलपमेंट के लिए इस रिपोर्ट के लिए विशेष रूप से किए गए मूल विश्लेषणों को अन्य शोधकर्ताओं द्वारा पहले किए गए आदर्श विश्लेषणों की समीक्षाओं के साथ जोड़ता है। हम ऐसे उदाहरण प्रस्तुत करते हैं जो स्थानिक विश्लेषण की दृष्टिकोणों की विविधता और उनकी शक्तियों और सीमाओं का वर्णन करते हैं। संलग्नक को तीन भागों में बांटा किया गया है। भाग I में, हम प्रमुख LI विकास परियोजनाओं से पूरे एशिया में जैव विविधता के लिए खतरों के एक वास्तविक स्थानिक विश्लेषण का वर्णन करते हैं। कई हालिया भविष्यदर्शी स्थानिक विश्लेषणों ने बहुत मोटे पैमाने पर जैव विविधता पर LI विकास के संभावित प्रभावों का पता लगाया है, जिसमें पूरे या अधिकांश एशिया को कवर किया गया है और केवल चीन के बेल्ट एंड रोड इनिशिएटिव से जुड़ी हाई-प्रोफाइल सड़क और रेलवे परियोजनाओं पर विचार किया गया है (Hughes, 2019; Ng et al., 2020)। हमारा विश्लेषण BRI के अलावा अन्य अंतरराष्ट्रीय आर्थिक विकास पहलों से जुड़ी बिजली लाइन की परियोजनाओं सहित LI परियोजनाओं के एक बड़े समूह पर विचार करके पहले हो चुके इस काम में विस्तार करता है। यह पूरे एशिया में जैव विविधता मान को मापने के लिए एक एकल मेट्रिक भी विकसित करता है और असाधारण जैव विविधता के उन क्षेत्रों का मानचित्रण करता है जहां LI विकास से जोखिम के विश्लेषण निम्नलिखित हमारे खद के और पहले किए गए विश्लेषण शामिल हैं, राष्ट्रीय और उपराष्ट्रीय स्तरों पर नियोजित और वित्त पोषित LI परियोजनाओं के संभावित प्रभावों को समाहित नहीं करते हैं। इसके अलावा, वे महाद्वीपीय या वैश्विक कवरेज वाले जैव विविधता के डेटा पर निर्भर करते हैं जो अनिवार्य रूप से मोटे स्थानिक रिजोलुशन के होते हैं। जबकि वे LI विकास से एशियाई जैव विविधता के खतरों को व्यापक रूप से चिह्नित करने के लिए उपयोगी हैं, इन मोटे पैमाने के विश्लेषणों में व्यक्तिगत परिदृश्य के भीतर या व्यक्तिगत प्रजातियों के लिए जैव विविधता के खतरों का सटीक वर्णन करने के लिए आवश्यक विवरण की कमी है; इनके लिए अधिक सूक्ष्म पैमाने के स्थानिक विश्लेषण की आवश्यकता होती है। इस प्रकार, इस संलग्नक के भाग II में एशिया के भीतर चयनित परिदृश्यों में संरक्षण की जरूरत वाली प्रजातियों पर LI के संभावित प्रभावों के छह मूल, सूक्ष्म-पैमाने, तीव्र आकलन का वर्णन किया गया है। ये आकलन स्थानीय भागीदारों के सहयोग से आयोजित किए गए थे जो इन परिदृश्यों में वन्यजीव संरक्षण के प्रयासों में सक्रिय हैं और प्रजातियों के जीव विज्ञान और LI विकास योजनाओं का विस्तृत ज्ञान

रखते हैं। आकलन इस बात का उदाहरण देते हैं कि कैसे अपेक्षाकृत सरल स्थानिक विश्लेषण LI से जैव विविधता के लिए खतरों को चिह्नित कर सकते हैं और नुकसान को कम करने के लिए रणनीतियां सुझा सकते हैं।

हमारे द्वारा किए गए सूक्ष्म-पैमाने के स्थानिक विश्लेषण इस परियोजना की छोटी समयरेखा द्वारा संख्या, विवरण और वैज्ञानिक कठिनाइयों में सीमित थे। एशिया में LI विकास प्रभावों के भविष्यदर्शी, सूक्ष्म-पैमाने के स्थानिक विश्लेषणों की विविधता और परिष्करण की अधिक संपूर्ण तस्वीर प्रदान करने के लिए, इस संलग्नक के भाग III में वैज्ञानिक पत्रिकाओं और ग्रे साहित्य से हाल ही में प्रकाशित अध्ययनों के चयन का सारांश दिया गया है। प्रत्येक अध्ययन एक देश के भीतर या एक देश के भीतर एक छोटे परिदृश्य में प्रस्तावित सड़क, रेलवे, या बिजली लाइन परियोजनाओं के संभावित प्रभावों की पड़ताल करता है। हम विज्ञान की स्थिति और प्रगति की संभावना का वर्णन करने के लिए प्रत्येक अध्ययन का वर्णन करते हैं और सभी अध्ययनों में जानकारी का संश्लेषण करते हैं। हम इस संलग्नक को इस संभावित भाग से हमारे प्रमुख निष्कर्षों के निष्ठाई, और हम प्रमुख निष्कर्षों के आधार पर सिफारिशों के एक सेट के साथ समाप्त करते हैं जो जैव विविधता के लिए LI खतरों के बेहतर और अधिक प्रभावशाली स्थानिक विश्लेषण दे सकते हैं।

भाग I: एशिया में जैव विविधता के लिए रैखिक अवसंरचना के खतरों का एक मोटे पैमाने का स्थानिक विश्लेषण

एशिया दुनिया के कुछ सबसे विविध और जटिल पारिस्थितिक तंत्रों का घर है, जो प्राकृतिक पूंजी प्रदान करते हैं, आर्थिक जीवन शक्ति को सहारा देते हैं, और पर्यावरणीय परिवर्तन के प्रति लचीलेपन को बढ़ाते हैं। हालांकि, सड़कों, रेलवे और बिजली लाइनों सहित रैखिक अवसंरचना (LI) के तेजी से विस्तार से एशिया की समृद्ध प्राकृतिक विरासत को खतरा है। उचित सुरक्षा उपायों के बिना, LI के चल रहे और प्रत्याशित विस्तार से आवास और अधिक खंडित हो जाएगा, वन्यजीव मृत्यु दर में वृद्धि होगी, और जैव विविधता को खतरा होगा।

United States Agency for International Development (USAID) उन चुनौतियों और बाधाओं को समझना चाहता है जो LI सुरक्षा उपायों को अपनाने और लागू करने की प्रक्रिया को धीमा करती हैं, और एशिया में चल रही और प्रस्तावित अवसंरचना परियोजनाओं की गणना और समीक्षा करती हैं जिनका जैव विविधता और महत्वपूर्ण आवासों पर सबसे अधिक प्रभाव पड़ेगा। इसके लिए उच्च जैव विविधता मान के क्षेत्रों और मौजूदा, चल रहे और भविष्य के LI विकास की साइटों के स्थानिक प्रतिच्छेदन की समझ की आवश्यकता है।

यह रिपोर्ट अपेक्षाकृत मोटे स्थानिक रिजोल्यूशन और व्यापक स्थानिक विस्तार वाले डेटा सेट का उपयोग करके प्रस्तावित LI से एशिया में जैव विविधता के खतरों के आकलन का विवरण देती है। आकलन के तीन हिस्से होते हैं:

(1) पूरे एशिया में जैव विविधता मान का परिमाणीकरण और मानचित्रण, (2) प्रस्तावित LI परियोजनाओं के मार्गों पर स्थानिक डेटा का संकलन, और (3) यह निर्धारित करना कि प्रस्तावित LI से जैव विविधता को सबसे अधिक नुकसान होने की संभावना कहाँ है। इस मोटे पैमाने पर आकलन का उद्देश्य कई उद्देश्यों की पूर्ति करना है: पूरे एशिया को कवर करते हुए जैव विविधता मान का एक सुसंगत आधारभूत मानचित्र प्रदान करना; असाधारण जैव विविधता मान वाले "परिहार क्षेत्रों" को चित्रित करना जहाँ भविष्य के LI विकास से प्रजातियों और आवासों को अस्वीकार्य नुकसान हो सकता है और जिसे केवल अंतिम उपाय के रूप में अनुमति दी जानी चाहिए; LI प्रभावों के भविष्य के आकलन में उपयोग के लिए प्रस्तावित LI परियोजनाओं का एक व्यापक स्थानिक डेटाबेस संकलित करना; जैव विविधता के लिए LI खतरों के परिमाण और भौगोलिक विस्तार का अनुमान लगाना; और उच्च जैव विविधता वाले एशिया के छोटे प्राथमिकता वाले क्षेत्रों का चयन करने में मार्गदर्शन करना, जिसके अंतर्गत USAID जैव विविधता और LI परियोजनाओं पर अधिक स्थानीय जानकारी का उपयोग करके बेहतर पैमाने पर विश्लेषण करने की इच्छा जता सकता है।

जैव विविधता संरक्षण को प्राथमिकता देना

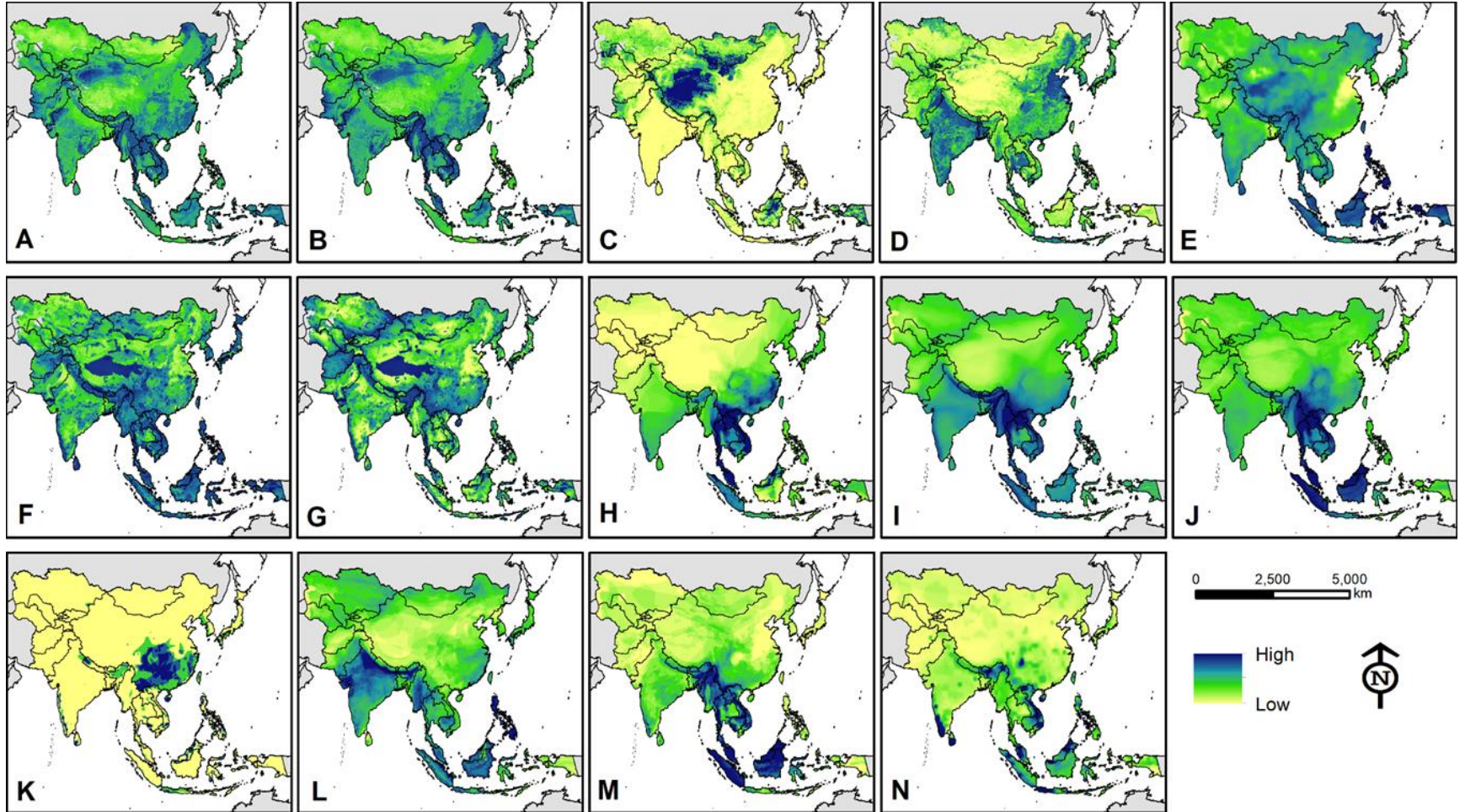
जैव विविधता - जीवित जीवों के बीच भिन्नता - को विभिन्न तरीकों से मापा जा सकता है, जिसमें जैविक संगठन के विभिन्न स्तरों (जैसे, जीन, प्रजाति, पारिस्थितिक तंत्र) और विभिन्न टैक्सोनोमिक समूहों (जैसे, पक्षी, स्तनधारी, अकशेरुकी) शामिल हैं। किसी स्थान पर मौजूद प्रजातियों की संख्या, जिसे प्रजाति समृद्धि के रूप में जाना जाता है, जैव विविधता को मापने के सबसे सरल और सबसे सामान्य तरीकों में से एक है। अधिक सूक्ष्म दृष्टिकोण ऐसे अतिरिक्त विशेषताओं के लिए भी जिम्मेदार हो सकते हैं जो जैव विविधता संरक्षण के लिए किसी स्थान के सापेक्ष मान को प्रभावित करते हैं, जैसे कि एक भौगोलिक क्षेत्र तक सीमित प्रजातियों की उपस्थिति (स्थानिकवाद); व्यक्तियों की बहुतायत; विलुप्त होने के खतरे वाली प्रजातियों की मौजूदगी; जिस हद तक मानव गतिविधियों द्वारा परिदृश्य में बदलाव आए हैं (पारिस्थितिक स्थिति); मूल रूप से मौजूद प्रजातियों का अंश शेष (अक्षुण्णता); और दुनिया भर में अपेक्षाकृत कम स्थानों पर पाए जाने वाले बायोम या आवास प्रकारों का होना (दुर्लभता)।

जैव विविधता संरक्षण प्राथमिकताओं के मानचित्रण के लिए हमारा दृष्टिकोण विभिन्न स्रोतों से मिलने वाली जानकारी संग्रह करना है जो जैव विविधता, टैक्सा और संगठित करने के स्तरों के विभिन्न तत्वों का प्रतिनिधित्व करते हैं, और इन स्रोतों के बीच आम सहमति वाले क्षेत्रों की पहचान करते हैं। हम उन भौगोलिक क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित करते हैं जहां कई डेटा स्रोत यह बताते हैं कि जैव विविधता संरक्षण का उच्च मान है, जो इस बात पर हमारे विश्वास को बढ़ाता है कि ये क्षेत्र सार्थक संरक्षण प्राथमिकताओं का प्रतिनिधित्व करते हैं जो किसी विशेष डेटा स्रोत की विशिष्टताओं से प्रेरित नहीं होते हैं।

हम मुख्य रूप से ऐसे डेटा सेट पर भरोसा करते हैं जिसकी विशेषता अपरिवर्तनीयता है, जो यह दर्शाता है कि संरक्षण उद्देश्यों को पूरा करने के लिए साइट कितनी महत्वपूर्ण होती है क्योंकि इसे अन्य साइटों द्वारा आसानी से प्रतिस्थापित नहीं किया जा सकता है (उदाहरण के लिए, उच्च स्थानिकता, खतरे वाली प्रजातियों, या दुर्लभता के कारण)। कुछ जैव विविधता संरक्षण प्राथमिकताओं में संवेदनशीलता के बारे में जानकारी भी शामिल होती है, जो किसी साइट के खतरे वाली प्रक्रियाओं से जैव विविधता की विशेषताओं को नुकसान से परिवर्तित होने के जोखिम को दर्शाती है (Kukkala & Moilanen, 2013)। हालांकि संरक्षण को प्राथमिकता देते समय संवेदनशीलता चिंतन का एक महत्वपूर्ण विषय है, हम आम तौर पर जैव विविधता के अपने विश्लेषण से संवेदनशीलता की जानकारी को बाहर कर देते हैं क्योंकि हमारा इरादा उन क्षेत्रों की पहचान करना है जो जैव विविधता के उच्च स्तर को बनाए रखते हैं (यानी, परिहार क्षेत्र)। इस आकलन के एक अन्य घटक - उच्च जैव विविधता के क्षेत्रों और प्रस्तावित LI के मार्गों के बीच अतिच्छादन का विश्लेषण - में हम संवेदनशीलता पर विशेष रूप से इसलिए विचार करते हैं क्योंकि यह LI

जैव विविधता इनपुट परतें
विकास से संबंधित हैं।

हमने 14 जैव विविधता इनपुट परतों के लिए स्थानिक डेटा प्राप्त किया (चित्र 1, तालिका 1)। इन परतों को हाल ही में विकसित (या अपडेटेड) सूचकांकों में से एक या अधिक जैव विविधता तत्वों को निरंतर (रेखापुंज प्रारूप) डेटा के रूप में दर्शाया गया था जिसमें पूरे अध्ययन क्षेत्र को कवर करने वाले सेल के ग्रिड शामिल थे। परतों में दर्शाए गए जैव विविधता तत्वों में प्रजातियों की समृद्धि, स्थानिकता, जनसंख्या बहुतायतता, जैव विविधता की अक्षुण्णता, पारिस्थितिक स्थिति, दुर्लभता और पूरकता शामिल हैं। अधिकांश परतें स्थलीय वन्यजीवों की जैव विविधता पर ध्यान केंद्रित करती हैं, जिसमें उनके आवास की स्थिति भी शामिल है, क्योंकि व्यापक USAID रिपोर्ट का फोकस वन्यजीवों पर LI के प्रभाव है।



तालिका 1: जैव विविधता डेटा सेट का विवरण

तालिका 1: मोटे पैमाने पर जैव विविधता विश्लेषण में विचार किए गए डेटा सेट का विवरण				
डेटा सेट	विवरण	रिलीज / अपडेट का वर्ष	स्थानिक रिजोलुशन	स्रोत / प्रकाशन
जैव विविधता अक्षुण्णता (बहुतायत-आधारित)	अबाधित आवास में बहुतायत के सापेक्ष प्रजातियों की एक विस्तृत शृंखला में मूल रूप से मौजूद प्रजातियों की औसत बहुतायत	2019	1 km	Newbold et al. (2016); Sanchez-Ortiz et al. (2019)
जैव विविधता अक्षुण्णता (समृद्धि-आधारित)	अबाधित आवास में समृद्धि के सापेक्ष प्रजातियों की एक विस्तृत शृंखला में मूल रूप से मौजूद प्रजातियों की औसत समृद्धि	2019	1 km	Newbold et al. (2016); Sanchez-Ortiz et al. (2019)
परिस्थितिक क्षेत्र अक्षुण्णता	आवास की अक्षुण्णता का एक ऐसा माप जो मानवजनित अशांति से उत्पन्न होने वाले आवास के नुकसान, विखंडन और दुर्दशा के संयुक्त प्रभाव के बारे में बताता है	2020	1 km	Beyer et al. (2020)
वैश्विक मानवजनित बदलाव	स्थलीय भूमि के मानवजनित बदलाव का एक संचयी माप जो 13 मानवजनित तनावों और उनके अनुमानित प्रभावों के भौतिक विस्तार के मॉडलिंग के आधार पर संशोधित परिदृश्य के अनुपात को दर्शाता है।	2019	1 km	Kennedy et al. (2019)
स्तनधारी समुदाय अक्षुण्णता	समकालीन और पुनर्निर्मित ऐतिहासिक श्रेणियों के आधार पर वर्तमान और ऐतिहासिक स्तनधारी प्रजातियों की समृद्धि का अनुपात	2020	96.5 km	Belote et al. (2020)
संरक्षित क्षेत्र के विस्तार के लिए वैश्विक प्राथमिकता वाले क्षेत्र	स्थलीय कशेरुकी प्रजातियों और पारिस्थितिक क्षेत्रों के प्रतिनिधित्व को अधिकतम करने के लिए वैश्विक संरक्षित क्षेत्रों के नेटवर्क के विस्तार के लिए स्थानिक प्राथमिकताएं	2014	0.2 डिग्री (भूमध्य रेखा पर ~20 km)	Pouzols et al. (2014)
संरक्षित क्षेत्र के विस्तार के लिए राष्ट्रीय प्राथमिकता वाले क्षेत्र	स्थलीय कशेरुकी प्रजातियों और पारिस्थितिक क्षेत्रों के प्रतिनिधित्व को अधिकतम करने के लिए राष्ट्रीय संरक्षित क्षेत्रों के नेटवर्क के विस्तार के लिए स्थानिक प्राथमिकताएं	2014	0.2 डिग्री (भूमध्य रेखा पर ~20 km)	Pouzols et al. (2014)
उभयचर प्रजातियों की समृद्धि	IUCN प्रजाति श्रेणी के नक्शे के अनुसार 10-km ग्रिड सेल में पाई जाने वाली उभयचर प्रजातियों की संख्या	2017	10 km	Jenkins & Pimm (2013)

तालिका 1: मोटे पैमाने पर जैव विविधता विश्लेषण में विचार किए गए डेटा सेट का विवरण

डेटा सेट	विवरण	रिलीज / अपडेट का वर्ष	स्थानिक रिजोलुशन	स्रोत / प्रकाशन
पक्षी प्रजातियों की समृद्धि	IUCN प्रजाति श्रेणी के नक्शे के अनुसार 10-km ग्रिड सेल में पाई जाने वाली पक्षी प्रजातियों की संख्या	2017	10 km	Jenkins & Pimm (2013)
स्तनधारी प्रजाति समृद्धि	IUCN प्रजाति श्रेणी के नक्शे के अनुसार 10-km ग्रिड सेल में पाई जाने वाली स्तनधारी प्रजातियों की संख्या	2017	10 km	Jenkins & Pimm (2013)
संकटग्रस्त उभयचर प्रजातियों की समृद्धि	IUCN प्रजाति श्रेणी के नक्शे के अनुसार 10-km ग्रिड सेल में पाई जाने वाली संकटग्रस्त उभयचर प्रजातियों की संख्या	2017	10 km	Jenkins & Pimm (2013)
संकटग्रस्त पक्षी प्रजातियों की समृद्धि	IUCN प्रजाति श्रेणी के नक्शे के अनुसार 10-km ग्रिड सेल में पाई जाने वाली संकटग्रस्त पक्षी प्रजातियों की संख्या	2017	10 km	Jenkins & Pimm (2013)
संकटग्रस्त स्तनधारी प्रजातियों की समृद्धि	IUCN प्रजाति श्रेणी के नक्शे के अनुसार 10-km ग्रिड सेल में पाई जाने वाली संकटग्रस्त स्तनधारी प्रजातियों की संख्या	2017	10 km	Jenkins & Pimm (2013)
वैश्विक खतरे सहित अहम स्थानिकता	स्थलीय कशेरुकी प्रजातियों की समृद्धि, उनकी स्थानिकता का स्तर, और उनके विलुप्त होने के जोखिम के आधार पर एक जैव विविधता सूचकांक	2020	100 km	Farooq et al. (2020)

परत प्रसंस्करण

हमने सभी स्थानिक परतों को एक सामान्य कोऑर्डिनेट प्रणाली (Albers Conic समान क्षेत्र), रिजोलुशन (1 km²), विस्तार (28 एशियाई देश; चित्र 1), और ग्रिड सेल संरेखण के लिए पुनः प्रक्षेपित किया। फिर हमने प्रत्येक परत में कच्चे मानों को क्वांटाइल में बदल दिया, जैसे कि मान 0 से 1 तक थे, जिसमें 0 सबसे कम जैव विविधता संरक्षण मान को दर्शाता है और 1 उच्चतम। क्वांटाइल रूपांतरण से मानों की बहुत अलग सीमाओं वाली परतों के बीच मान्य तुलना की अनुमति मिली है और व्यक्तिगत डेटा सेट में भिन्नता के लिए मजबूती में वृद्धि हुई है। जैव विविधता परतों में से कुछ समान अंतर्निहित डेटा (उदाहरण के लिए, Union of the Conservation of Nature [IUCN] से प्रजातियों की श्रेणी के नक्शे) से प्राप्त किए गए थे या जैव विविधता को मापने के लिए समान दृष्टिकोण का उपयोग करते थे, और इस प्रकार व्यर्थ हो सकते हैं। चूंकि हमारा उद्देश्य जैव विविधता की जानकारी के स्वतंत्र स्रोतों के बीच आम सहमति के क्षेत्रों की पहचान करना था, इसलिए हमने समग्र जैव विविधता के मान का आकलन करते समय अनावश्यक परतों को हटाने और "समूह विचार" से बचने के लिए एक प्रारंभिक फ़िल्टरिंग कदम उठाया। हमने क्वांटाइल-रूपांतरित परतों की प्रत्येक जोड़ी के लिए सेल के अनुसार पियर्सन सहसंबंध गुणांक

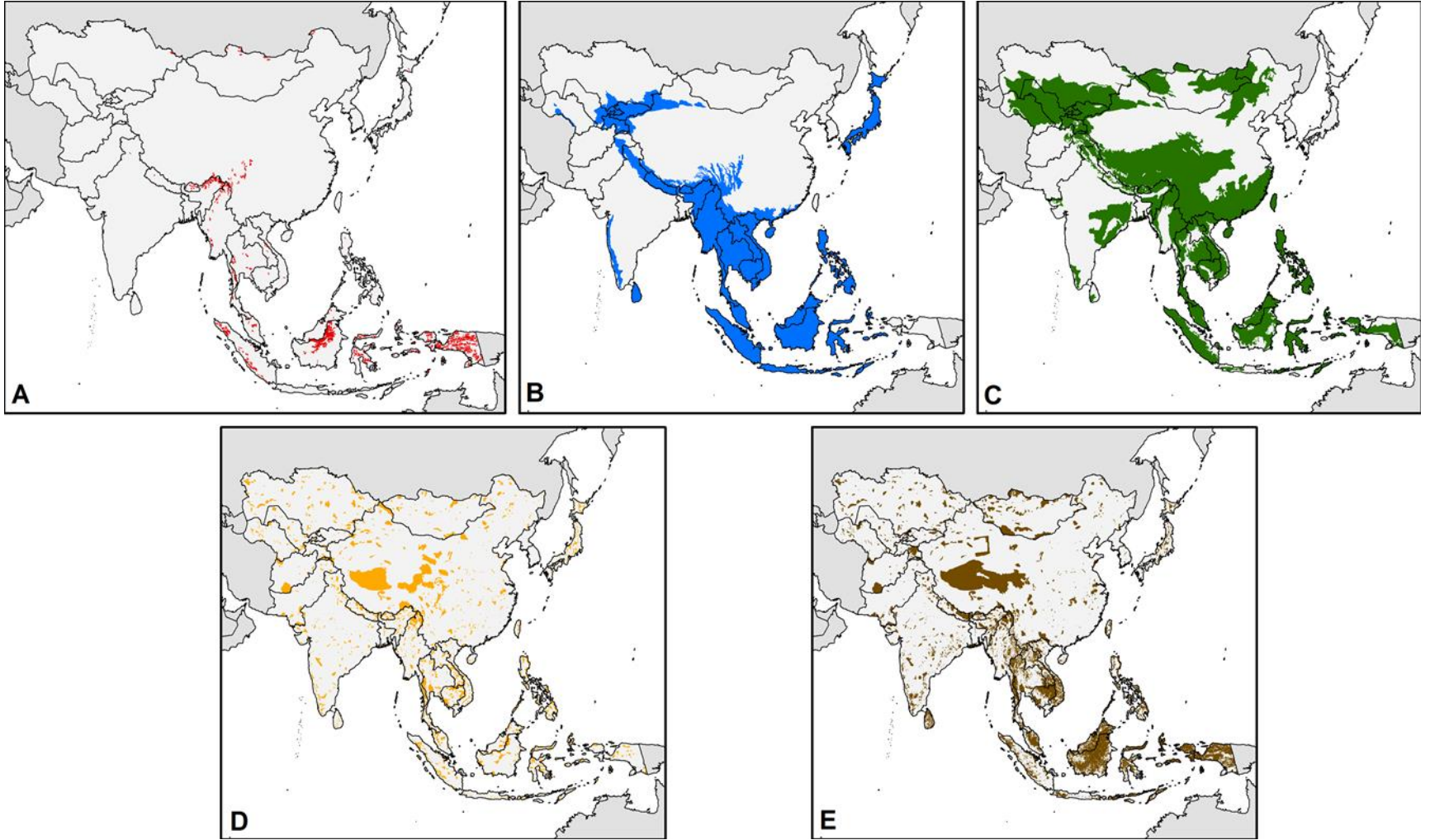
(कोरिलेशन कोइफिशिएंट) की गणना की, फिर आगे के सभी विश्लेषणों में से $|r| > 0.7$ वाली प्रत्येक जोड़ी की एक परत को हटा दिया (Dormann et al., 2013)। इस फ़िल्टरिंग चरण के परिणामस्वरूप पांच अनावश्यक जैव विविधता वाली परतों को हटा दिया गया। समृद्धि-आधारित और बहुतायत-आधारित जैव विविधता अक्षुण्णता सूचकांक अत्यधिक सहसंबद्ध थे, इसलिए हमने समृद्धि-आधारित परत को हटा दिया और बहुतायत-आधारित परत को बनाए रखा क्योंकि प्रजातियों की समृद्धि की जानकारी कई अन्य परतों में शामिल की गई थी। वैश्विक मानव संशोधन और परिस्थितिक क्षेत्र अक्षुण्णता अत्यधिक सहसंबद्ध थे, इसलिए हमने वैश्विक मानवजनित बदलाव की परत को हटा दिया और परिस्थितिक क्षेत्र अक्षुण्णता की परत को बनाए रखा क्योंकि बाद में आवास विखंडन पर अतिरिक्त जानकारी शामिल थी। उभयचर, पक्षी, और स्तनधारी प्रजातियों की समृद्धि आपस में और अहम स्थानिकता के साथ अत्यधिक सहसंबद्ध थी; हमने इन तीनों प्रजातियों की समृद्धि परतों को हटा दिया, जबकि समृद्धि परतों को केवल इन्हीं टैक्सा के लिए संकटग्रस्त प्रजातियों पर आधारित बनाए रखा, क्योंकि संकटग्रस्त प्रजातियों की समृद्धि जैव विविधता संरक्षण प्राथमिकताओं को निर्धारित करने के लिए अधिक प्रासंगिक हो सकती है (Brooks et al., 2006)। हमने विश्लेषण में शामिल प्रत्येक ग्रिड सेल के लिए सभी शेष परतों में औसत जैव विविधता के मान को दर्शाने के लिए एक समग्र जैव विविधता सूचकांक (CBI) बनाया। CBI की गणना प्रत्येक ग्रिड सेल के लिए क्वांटाइल-रूपांतरित परत के मानों के माध्यिका (मिडियन) के रूप में की गई थी। आउटपुट एक सतत नक्शा था जो पूरे अध्ययन क्षेत्र को 1-km^2 के रिजोलुशन पर कवर करता था, जिसमें CBI मान 1 के करीब होना परतों के बीच एक मजबूत सहमति का संकेत है अर्थात् एक विशेष स्थान जैव विविधता संरक्षण के लिए एक उच्च प्राथमिकता पर था, और 0 के करीब के मान इस बात पर मजबूत सहमति का संकेत देते हैं कि एक विशेष स्थान कम प्राथमिकता पर था। मध्यम CBI मान परतों के बीच इस बात की सहमति का संकेत दे सकते हैं कि एक स्थान मध्यम प्राथमिकता पर था, या परतों का मिश्रण उच्च और निम्न प्राथमिकता का संकेत देता है; इस प्रकार, परतों के बीच भिन्नता को बेहतर ढंग से समझने के लिए, हमने प्रत्येक ग्रिड सेल के लिए संक्षेप मापों की गणना की: न्यूनतम, अधिकतम, **जैव विविधता कोर की पहचान करना**, और क्वांटाइल > 0.9 वाली परतों की संख्या (यानी, शीर्ष डेसाइल)। सूक्ष्म-पैमाने के विश्लेषण के क्षेत्रों और संभावित परिहार क्षेत्रों को उजागर करने के लिए, हमने CBI मानों के अपने सतत नक्शे को एक श्रेणीबद्ध नक्शे में परिवर्तित किया, जो उच्च-CBI ग्रिड सेल के एकत्रीकरण को दर्शाता है, जिसे हम "बड़ा जैव विविधता कोर" कहते हैं। हमने सबसे पहले CBI मानों में कुछ बारीक भिन्नता को एक स्मूथिंग फ़ंक्शन लागू करके हटा दिया, जो कि 10 km के मानक विचलन (स्टैंडर्ड डेविएशन) वाले गाऊसी कर्नेल के भीतर CBI मानों का औसत देता था। इस चरण ने उच्च-मान वाले सेल को भी फ़िल्टर किया जो कम व्यवहार्य संरक्षण लक्ष्य हो सकते हैं क्योंकि वे उच्च-मान वाले सेल के बड़े एकत्रीकरण से अलग-थलग हैं। हमने इस स्मूथ CBI परत का क्वांटाइल-रूपांतरण किया, और फिर पूरे अध्ययन क्षेत्र में मानों के वितरण से गणना की गई क्वांटाइल सीमा के आधार पर प्रत्येक ग्रिड सेल को उच्च या निम्न जैव विविधता मान के रूप में वर्गीकृत किया। हमने उच्च मान को परिभाषित करने के लिए तीन अलग-अलग देहली (थ्रेशोल्ड) (90वें, 80वें और 70वें प्रतिशतक, जो क्रमशः शीर्ष 10, 20 और 30 प्रतिशत ग्रिड सेल को दर्शाते हैं) का उपयोग किया, जो परिहार क्षेत्रों को निर्धारित करने में USAID लचीलेपन की अनुमति देता है और मौजूदा अंतरराष्ट्रीय समझौतों और संरक्षण पहलों के बीच प्रतिशत-आधारित संरक्षण लक्ष्य में व्यापक भिन्नता को दर्शाता है। अंत में, हमने 8-पड़ोसी आसन्नता नियम का उपयोग करके जुड़े हुए उच्च-मान वाले सेल ("कोर") की पट्टी की पहचान की, और 500 km^2 से छोटे कोर को फ़िल्टर किया, जो मोटे तौर पर संरक्षण की जरूरत वाली कई बड़ी स्तनधारी प्रजातियों (जैसे, बाघ, हिम तेंदुआ, एशियाई हाथी) की घरेलू सीमा के आकार से मेल खाती है। हालांकि 500 km^2 से छोटे क्षेत्रों में छोटी घरेलू श्रेणियों वाली प्रजातियों के लिए आवास के रूप में या बड़े वन्यजीवों को फैलाने के लिए "स्टेपिंग स्टोन्स" के रूप में उच्च संरक्षण मान हो सकते हैं, हमारा ¹⁰

इरादा असाधारण जैव विविधता संरक्षण मान के सर्वसम्मति वाले स्थानों का प्रतिनिधित्व करने वाले बड़े कोर को उजागर करना था जो संभावित रूप से सभी स्थानीय वन्यजीव प्रजातियों का समर्थन कर सकते थे।

हमारी कई जैव विविधता की परतें कम से कम आंशिक रूप से प्रजातियों की समृद्धि पर आधारित थीं, जो एक स्पष्ट अक्षांशीय ग्रेडिएंट प्रदर्शित करती हैं, जिसमें समृद्धि भूमध्य रेखा के पास सबसे अधिक और ध्रुवों के पास सबसे कम होती है (Hillebrand, 2004)। परिणामस्वरूप, महाद्वीपीय पैमाने पर उच्च जैव विविधता संरक्षण मान के क्षेत्रों में एशिया के दक्षिणी हिस्सों की ओर भारी झुकाव होने की संभावना थी। हालांकि, USAID एशिया में कहीं और जैव विविधता प्राथमिकताओं पर विचार करने की इच्छा जता सकता है, जो राष्ट्रीय या क्षेत्रीय रूप से महत्वपूर्ण हैं, भले ही महाद्वीपीय या वैश्विक स्तर पर उनके संरक्षण का महत्व कम हो। इसलिए हमने राष्ट्रीय स्तर पर (अर्थात्, 28 अध्ययन क्षेत्र के देशों में से प्रत्येक के भीतर) और क्षेत्रीय पैमाने पर (यानी, एशिया के लिए संयुक्त राष्ट्र की भू-योजना द्वारा परिभाषित चार एशियाई उप-क्षेत्रों में से प्रत्येक के भीतर) जैव विविधता कोर का अलग-अलग विश्लेषण किया, जिसके CBI क्वांटाइल देहली की गणना संपूर्ण महाद्वीपीय अध्ययन क्षेत्र के बजाय क्रमशः प्रत्येक देश या क्षेत्र के हमारे विश्लेषण में पहचाने गए प्रमुख जैव विविधता क्षेत्रों की पारिस्थितिक विशेषताओं को बेहतर ढंग से समझने के लिए, हमने हमारे अध्ययन क्षेत्र में मौजूद 13 स्थलीय बायोम (Olson et al., 2001) में से प्रत्येक के भीतर कोर के कुल क्षेत्रफल के अनुपात की गणना की। क्वांटाइल देहली (70वें, 80वें, और 90वें प्रतिशतक) और भौगोलिक पैमाने (महाद्वीपीय, क्षेत्रीय और राष्ट्रीय) के प्रत्येक संयोजन के लिए गणना की गई।

वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं से तुलना

बड़े पैमाने पर जैव विविधता संरक्षण के लिए स्थानिक प्राथमिकताओं को स्थापित करने के लिए पिछले कई प्रयास किए गए हैं (Brooks et al., 2006)। हमने अपने विश्लेषण में पहचान किए गए बड़े कोर वाले जैव विविधता क्षेत्रों की तुलना पांच प्रसिद्ध वैश्विक संरक्षण प्राथमिकता योजनाओं द्वारा पहचान किए गए जैव विविधता प्राथमिकता वाले क्षेत्रों से की है (चित्र 2, तालिका 2) ताकि इस बात की बेहतर समझ प्राप्त हो कि हमारी एशिया-विशिष्ट प्राथमिकताएं पिछली स्थापित वैश्विक प्राथमिकताओं के साथ कितनी अच्छी तरह संरेखित हैं। इन वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं में क्रिटिकल इकोसिस्टम पार्टनरशिप फंड (CEPF) जैव विविधता हॉटस्पॉट (Myers et al., 2000); वैश्विक 200 पारिस्थितिक क्षेत्र (Olson & Dinerstein, 2002); इंटरनेशनल फाइनेंस कॉर्पोरेशन परफॉर्मेंस स्टैंडर्ड्स 6 (IFCPS6) महत्वपूर्ण आवास (Brauneder et al., 2018); अक्षुण्ण वन परिदृश्य (Potapov et al., 2017); और की बायोडायवर्सिटी एरिया ([KBAs], IUCN, 2016)। वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं के लिए भू-स्थानिक परतें श्रेणीबद्ध (वेक्टर प्रारूप) डेटा थीं जिनमें जैव विविधता विशेषताओं (जैसे, हॉटस्पॉट, अक्षुण्ण वन पट्टी) को दर्शाने वाले बहुभुज थे, जिन्हें हमने अपने विश्लेषण में उपयोग की गई जैव विविधता परतों से मेल खाने के लिए 1-km रेस्टर डेटा में परिवर्तित किया था। हमने वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं से जैव विविधता विशेषताओं और महाद्वीपीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर के बीच अपने स्वयं के विश्लेषण से इन दो तरीकों से स्थानिक अतिच्छादन की मात्रा निर्धारित की: (1) प्रत्येक प्राथमिकता योजना से कुल जैव विविधता विशेषता क्षेत्र का अनुपात जो कोर के साथ अतिच्छादित था, और (2) कुल कोर क्षेत्र का अनुपात जो प्रत्येक प्राथमिकता योजना से जैव विविधता की विशेषताओं के साथ अतिच्छादित था। हमने बड़े जैव विविधता कोर (70वें, 80वें, और 90वें प्रतिशतक) और तीन भौगोलिक पैमानों (महाद्वीपीय, क्षेत्रीय और राष्ट्रीय) को स्थापित करने के लिए उपयोग की जाने वाली तीन क्वांटाइल देहली के लिए इन अनुपातों की अलग-अलग गणना की।



चित्र 2: मौजूदा वैश्विक जैव विविधता संरक्षण प्राथमिकता योजनाएं। (A) अक्षुण्ण वन परिदृश्य। (B) क्रिटिकल इकोसिस्टम पार्टनरशिप फंड जैव विविधता हॉटस्पॉट। (C) वैश्विक 200 परिस्थितिक क्षेत्र। (D) की बायोडायवर्सिटी एरिया। (E) इंटरनेशनल फाइनेंस कॉर्पोरेशन परफॉर्मेंस स्टैंडर्ड 6 महत्वपूर्ण आवास।

तालिका 2: मौजूदा वैश्विक जैव विविधता प्राथमिकता योजनाओं का विवरण

तालिका 2: मौजूदा वैश्विक जैव विविधता प्राथमिकता योजनाओं का विवरण

डेटा सेट	विवरण	रिलीज / अपडेट का वर्ष	स्रोत / प्रकाशन
क्रिटिकल इकोसिस्टम पार्टनरशिप फंड जैव विविधता हॉटस्पॉट्स	स्थानिक संवहनी पौधों की प्रजातियों की समृद्धि और मूल प्राकृतिक वनस्पति के नुकसान पर आधारित 36 वैश्विक हॉटस्पॉट	2016	Myers et al. (2000)
वैश्विक 200 परिस्थितिक क्षेत्र	उच्च अपरिवर्तनीयता या विशिष्टता वाले पारिस्थितिक क्षेत्र, जैसा कि प्रजातियों की समृद्धि, स्थानिकता, असामान्य उच्च टैक्सा, असामान्य पारिस्थितिक या विकासवादी घटना, और आवासों की वैश्विक दुर्लभता द्वारा इंगित किया गया है।	2002	Olson & Dinerstein (2002)
इंटरनेशनल फाइनेंस कॉर्पोरेशन परफॉर्मेंस स्टैंडर्ड्स 6 महत्वपूर्ण आवास	संकटग्रस्त, स्थानिक, सामूहिक और प्रवासी प्रजातियों, संकटग्रस्त या अद्वितीय पारिस्थितिक तंत्र, और प्रमुख विकासवादी प्रक्रियाओं के लिए खास महत्व के आवास को दर्शाने वाले पांच मानदंडों के आधार पर महत्वपूर्ण आवास की परत की स्क्रीनिंग करना	2018	Brauneder et al. (2018)
अक्षुण्ण वन परिदृश्य	वन क्षेत्र के भीतर प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्र का अटूट विस्तार जो महत्वपूर्ण मानव गतिविधि के कोई संकेत नहीं दिखाता है और इतना बड़ा है कि व्यापक प्रजातियों की विकासक्षम आबादी सहित सभी देशी जैव विविधता को बनाए रखा जा सकता है।	2016	Potapov et al. (2017)
की बायोडायवर्सिटी एरिया	खतरे में आने वाली जैव विविधता, भौगोलिक रूप से प्रतिबंधित जैव विविधता, पारिस्थितिक अखंडता, जैविक प्रक्रियाओं, या अपरिवर्तनीयता के आधार पर संरक्षण के लिए विश्व स्तर पर महत्वपूर्ण मादरें	2020	IUCN (2016)

प्रस्तावित LI का मानचित्रण

हमने एशिया में वैश्विक और क्षेत्रीय आर्थिक विकास पहल से जुड़े प्रस्तावित सड़कों, रेलवे और बिजली लाइनों के मार्गों का एक भू-स्थानिक डेटाबेस संकलित किया है (तालिका 3)। ये पहले एशिया में कई सबसे बड़े प्रस्तावित LI विकास से जुड़ी हैं और अक्सर बहुपक्षीय विकास बैंकों द्वारा वित्त पोषित होती हैं। हालांकि पूरे एशिया में राष्ट्रीय, राज्य और स्थानीय पहलों से जुड़े LI विकास भी हो रहे हैं, इस अध्ययन के लिए पूरे महाद्वीप में इन परियोजनाओं पर जानकारी संकलित करना संभव नहीं था। कुछ LI परियोजनाओं के मार्ग कई पहलों के लिए भू-स्थानिक डेटा प्रारूपों में उपलब्ध थे, लेकिन ज्यादातर मामलों में, हम रूट स्थानों को निर्धारित करने के लिए रिपोर्ट और योजना दस्तावेजों में पाए गए मानचित्रों पर निर्भर थे, जिन्हें हमने ArcGIS 10.8 का उपयोग करके डिजिटलाइज़ किया था। कुछ LI मार्गों को कई पहलों में शामिल किया गया था, और हमने इन नकलों के लिए अपने डेटाबेस की जांच की और उस विशेषता को बनाए रखा जो हाल ही में या अधिक विस्तृत मानचित्र से प्राप्त की गई थी। हमने ऐसे हर LI मार्ग को भी फ़िल्टर किया है जो पहले से ही चालू संकेतित मानचित्रों या डेटाबेस का स्रोतण करता है। हालांकि हमने 13 परियोजनाओं की स्थिति के बारे में नवीनतम जानकारी का उपयोग किया है, हम स्वीकार करते हैं कि हमारे

अंतिम डेटा सेट में शामिल कुछ परियोजनाएं हाल ही में पूरी हुई हैं। हमारे डेटाबेस में परियोजनाओं में पूरी तरह से नए LI मार्ग और मौजूदा मार्गों में सुधार शामिल हैं (उदाहरण के लिए, सड़क को दो से चार लेन तक चौड़ा करना)।

तालिका 3: रैखिक अवसंरचना डेटा स्रोत

तालिका 3: रैखिक अवसंरचना डेटा स्रोत			
पहल	LI साधन	क्षेत्र	डेटा स्रोत
बेल्ट एंड रोड इनिशिएटिव (BRI)	सड़क, रेलवे	पूरे एशिया में	Reed & Trubetskoy (2019)
Asian Development Bank (ADB) क्षेत्रीय परिवहन अवसंरचना	सड़क, रेलवे	दक्षिण और दक्षिणपूर्व	Morgan et al. (2015)
एशियाई हाईवे नेटवर्क	सड़क	पूरे एशिया में	UNESCAP (2019a)
ग्रेट मेकांग सबरीजन इकोनॉमिक कोऑपेरेशन प्रोग्राम (GMS)	सड़क, रेलवे, बिजली लाइन	दक्षिणपूर्व	ADB (2018c); GMS, (2018, 2020)
Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) इंफ्रास्ट्रक्चर प्रोजेक्ट्स इनिशियल पाइपलाइन	सड़क, रेलवे, बिजली लाइन	दक्षिणपूर्व	ASEAN (2019)
सेंट्रल एशिया रीजनल इकोनॉमिक कोऑपेरेशन प्रोग्राम (CAREC)	सड़क, रेलवे	केंद्रीय	ADB (2017, 2020a)
साउथ एशिया सबरीजनल इकोनॉमिक कोऑपेरेशन प्रोग्राम (SASEC)	सड़क, रेलवे, बिजली लाइन	दक्षिण	(ADB, 2020b)
ट्रांस-एशियाई रेलवे नेटवर्क	रेलवे	पूरे एशिया में	UNESCAP (2019b)
CASA-1000	बिजली लाइन	केंद्रीय	CASA-1000 (2018)
उत्तर-पूर्व एशियाई सुपर ग्रिड/गोबीटेक	बिजली लाइन	पूर्व	Mano et al. (2014)
ASEAN पावर ग्रिड	बिजली लाइन	दक्षिणपूर्व	IEA (2019)

संभावित प्रभावों का आकलन करना

हमने प्रत्येक LI साधन के लिए प्रस्तावित मार्गों की कुल लंबाई की गणना की, और प्रस्तावित नए मार्गों और मौजूदा मार्गों में प्रस्तावित सुधारों (जैसे, मौजूदा सड़कों को पक्का करना या चौड़ा करना) के बीच अंतर किया। हम प्रस्तावित सड़क परियोजनाओं की एक छोटी संख्या के लिए नए मार्गों और सुधारों के बीच अंतर करने में असमर्थ थे। हमने प्रत्येक साधन के लिए प्रस्तावित LI की लंबाई और प्रस्तावित LI के घनत्व के आधार पर देशों को उनकी सीमाओं के भीतर रैंक किया है।

हमने डिजिटल LI मार्गों के साथ जैव विविधता कोर को प्रतिच्छेद करते हुए जैव विविधता और LI विकास के बीच संघर्ष के संभावित क्षेत्रों का मानचित्रण किया। मोटे पैमाने के स्रोत मानचित्रों से डिजिटाइज्ड LI विशेषताओं की खराब स्थानिक सटीकता और प्रारंभिक योजना और निर्माण के बीच के मार्ग की डिजाइन में संभावित परिवर्तनों के कारण मार्गों के सटीक स्थान में अनिश्चितता को देखते हुए हमने दोनों तरफ 25 km तक मार्गों को बफ़र कर दिया। यह बफ़र वन्यजीवों के लिए अधिकांश LI प्रभावों की संभावित स्थानिक सीमा को शामिल करता है, जिसमें प्रत्यक्ष प्रभाव (जैसे, शोर से अशांति, कृत्रिम प्रकाश, या वाहन के निकास धुएं; किनारे के प्रभाव; वाहनों की टक्कर या इलेक्ट्रोमैग्नेटिक से मृत्यु) शामिल हैं जो आमतौर पर LI के 5 km के भीतर होते हैं (Benítez-López et al., 2010)

और द्वितीयक प्रभाव (जैसे, शिकार और अवैध शिकार; अवैध कटाई से आवास को नुकसान) जो LI से अधिक दूरी पर होते हैं (Ng et al., 2020)। अब से हम प्रस्तावित LI विषयताओं के अनुमानित मार्गों के 25 km के भीतर इन क्षेत्रों को "संभावित प्रभाव क्षेत्र" या PEZs लिखेंगे। प्रत्येक LI साधन और प्रत्येक जैव विविधता कोर परिभाषा के लिए, हमने PEZs के भीतर एशिया में कुल कोर क्षेत्र के अनुपात की गणना की। हमने PEZs को प्रतिच्छेद करने वाले कोर के कुल क्षेत्रफल और PEZs को प्रतिच्छेद करने वाले उनके मुख्य क्षेत्र के प्रतिशत के आधार पर भी देशों को रैंक किया है।

हमने एशिया में PEZs और PAs के बीच अतिच्छादन का पता लगाया। हमने विशेष रूप से IUCN श्रेणियों 1a (सख्त प्रकृति आरक्षित) और 1b (जंगल क्षेत्र) में PAs पर ध्यान केंद्रित किया क्योंकि इन क्षेत्रों में जैव विविधता के लिए न्यूनतम मानव प्रभाव और कड़ी सुरक्षा हैं, इसलिए प्रस्तावित LI के प्रभाव इन क्षेत्रों में जैव विविधता संरक्षण जनादेश के लिए समझौता कर सकते हैं। हमने प्रत्येक LI साधन के लिए PEZs के भीतर श्रेणी 1a और 1b PAs की संख्या और कुल क्षेत्रफल, साथ ही PEZs के भीतर कुल PA क्षेत्र का अनुपात और इसके विपरीत की गणना की।

परिणाम

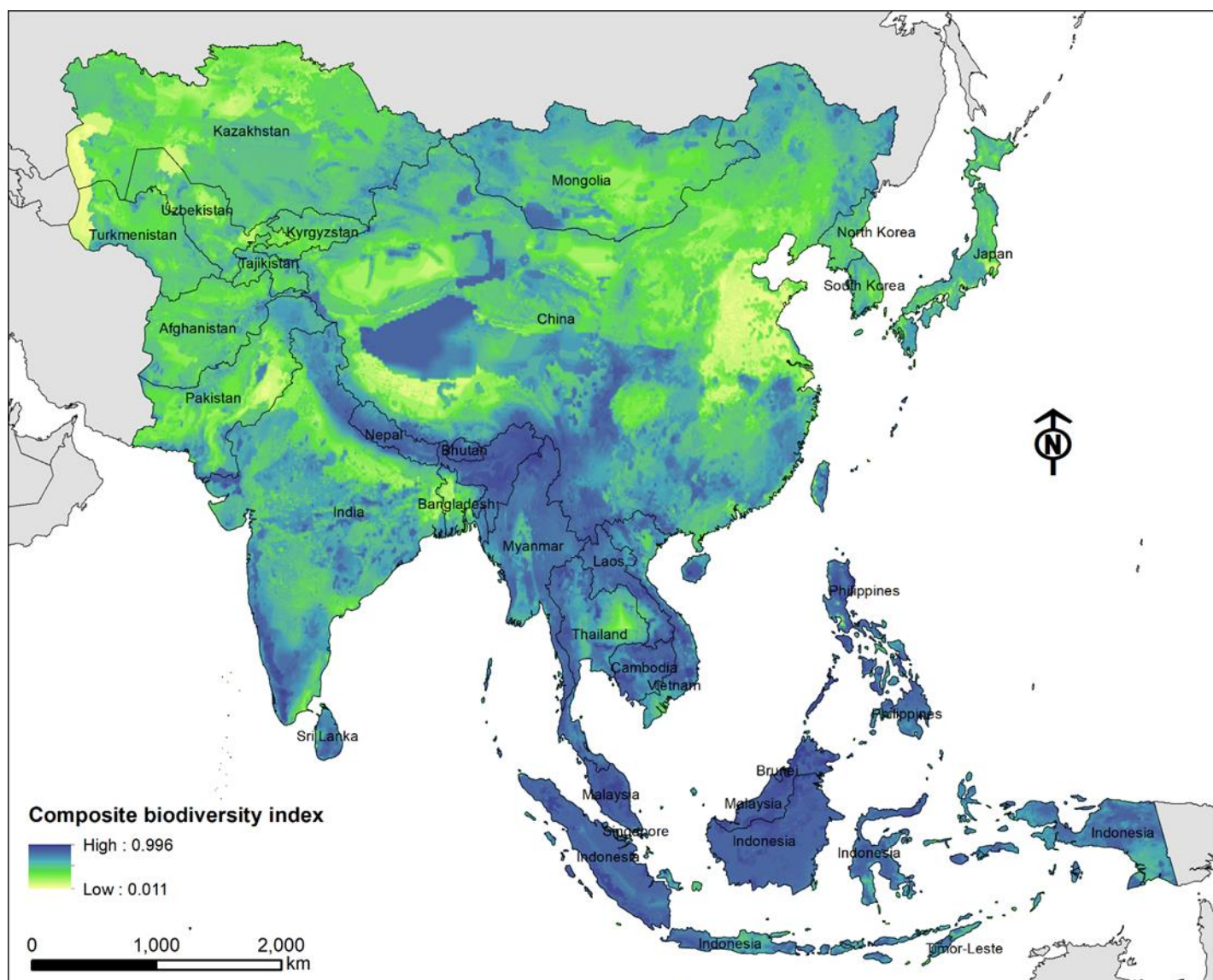
जैव विविधता मानचित्रण

CBI (यानी, नौ जैव विविधता परतों में माध्यिका (मीडियन) क्वांटाइल मान) पूरे एशिया में अत्यधिक परिवर्तनीय है, लेकिन सबसे कम मान मुख्य रूप से मध्य और पूर्वी एशिया में हैं, जबकि उच्चतम मान मुख्य रूप से दक्षिण और दक्षिणपूर्व एशिया में हैं (चित्र 3)। भूमध्य रेखा के निकट बढ़ती जैव विविधता का यह अवलोकन पहले उल्लेखित अच्छी तरह प्रलेखित अक्षांशीय जैव विविधता प्रवणता के अनुरूप है। विशेष रूप से उच्च CBI मानों वाले क्षेत्रों में मलय प्रायद्वीप, बोर्नियो, सुमात्रा, दक्षिण-पश्चिमी भारत, पूर्वोत्तर भारत, हिमालय की तलहटी, उत्तरी तिब्बती पठार और पूर्वी कंबोडिया शामिल हैं।

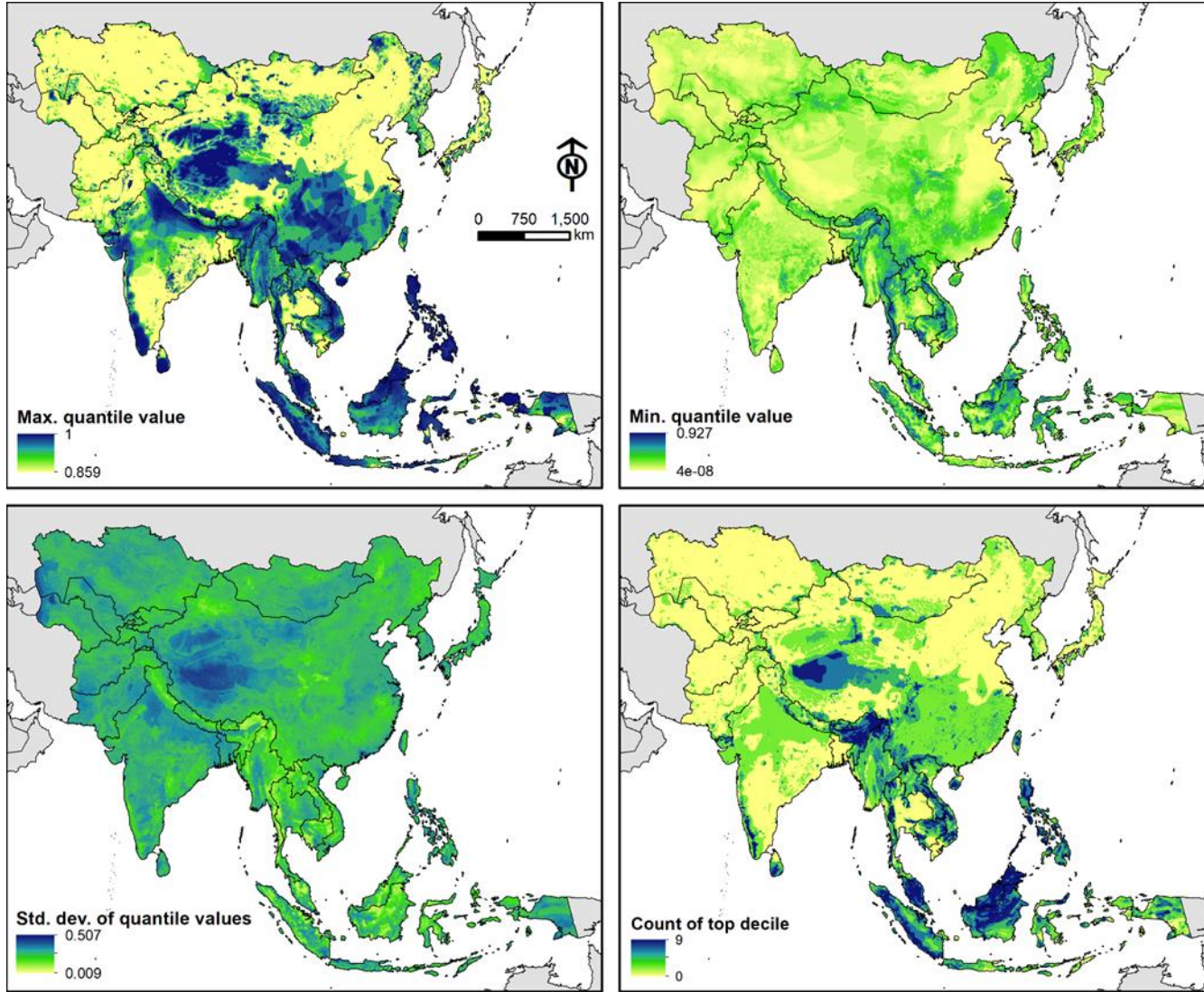
क्वांटाइल-रूपांतरित जैव विविधता परतों से प्राप्त अन्य संक्षिप्त मापों की एक परीक्षण से पता चलता है कि उच्चतम जैव विविधता मान के क्षेत्रों के संबंध में परतों के बीच मजबूत सहमति है। उच्च CBI (माध्यिका क्वांटाइल मान) वाले क्षेत्रों में भी उच्चतम अधिकतम और न्यूनतम मान होते हैं, और वे सभी या लगभग सभी जैव विविधता परतों के लिए शीर्ष दशमक में स्कोर करते हैं (चित्र 4)। मध्यम और निम्न-मान वाले क्षेत्रों के संबंध में जैव विविधता परतों के बीच कम सहमति है। उदाहरण के लिए, पश्चिमी चीन में, जो कि एक ऐसा क्षेत्र है जिसमें प्रजातियों की समृद्धि कम है लेकिन पारिस्थितिक रूप से अक्षुण्ण है, और उत्तर मध्य भारत में, जो प्रजातियों में समृद्ध है लेकिन पारिस्थितिक रूप से बिगड़ा हुआ है, क्वांटाइल मानों (परतों के बीच सहमति का एक संकेतक) का मानक विचलन विशेष रूप से उच्च है। एशिया के कई अन्य क्षेत्रों में जैव विविधता के विभिन्न तत्वों के लिए आकलन किए गए मानों के बीच CBI में मानक मद्दहवीपीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर ऊपर वर्णित उच्च-CBI क्षेत्रों के साथ निकटता से विसंगतियाँ दिखती हैं, हालांकि कुछ हद तक।

संरेखित होते हैं और फिर से मुख्य रूप से दक्षिण एशिया—विशेष रूप से दक्षिणपूर्व एशिया (चित्र 5) में केंद्रित होते हैं। उच्च मान वाले जैव विविधता वाले क्षेत्रों (CBI मानों का 80वां और 70वां प्रतिशत) के लिए निचली सीमा पर, कोर का विस्तार लगभग पूरे दक्षिण पूर्व एशिया को शामिल करने के लिए होता है, और अतिरिक्त कोर मध्य भारत, दक्षिणी चीन और उत्तरी चीन और मंगोलिया के बिखरे हुए क्षेत्रों में पाए जाते हैं (चित्र 5)। क्षेत्रीय पैमाने पर पहचाने गए कोर में दक्षिण और दक्षिण पूर्व एशिया के कई समान क्षेत्र शामिल हैं, जैसा कि महाद्वीपीय पैमाने के विश्लेषण में पहचान की गई है, लेकिन मध्य और पूर्वी एशिया में कई अतिरिक्त कोर के साथ (चित्र 6)। दक्षिण एशिया में क्षेत्रीय कोर मुख्य रूप से सुदूर पूर्वोत्तर और दक्षिण-पश्चिम भारत, तराई आर्क (भारत, नेपाल और भूटान के कुछ हिस्सों सहित) और आंतरिक श्रीलंका में हैं। दक्षिण पूर्व एशिया में, क्षेत्रीय कोर मुख्य रूप से आंतरिक प्रायद्वीपीय मलेशिया, मध्य बोर्नियो, आंतरिक सुमात्रा और उत्तरी म्यांमार में हैं। मध्य एशिया में क्षेत्रीय कोर मुख्य रूप से दक्षिणी और पूर्वी ताजिकिस्तान में स्थित हैं। पूर्वी एशिया में, क्षेत्रीय कोर मुख्य रूप से उत्तरी तिब्बती पठार और दक्षिणी चीन में हैं।

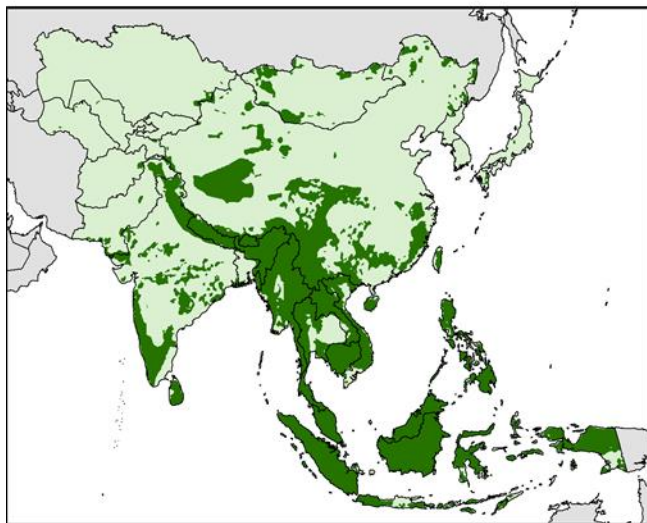
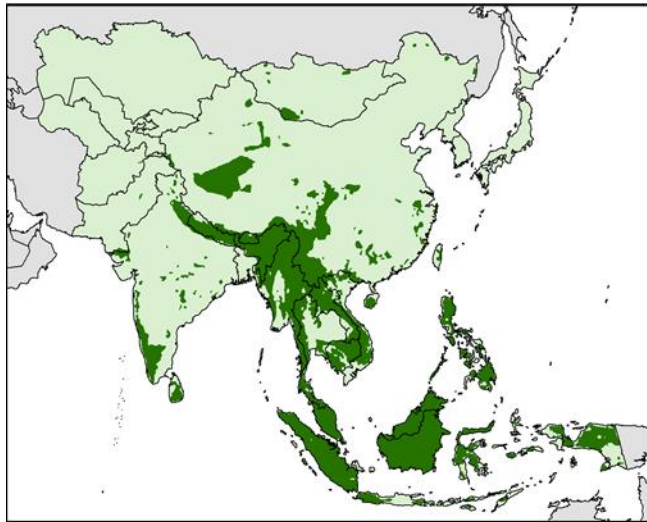
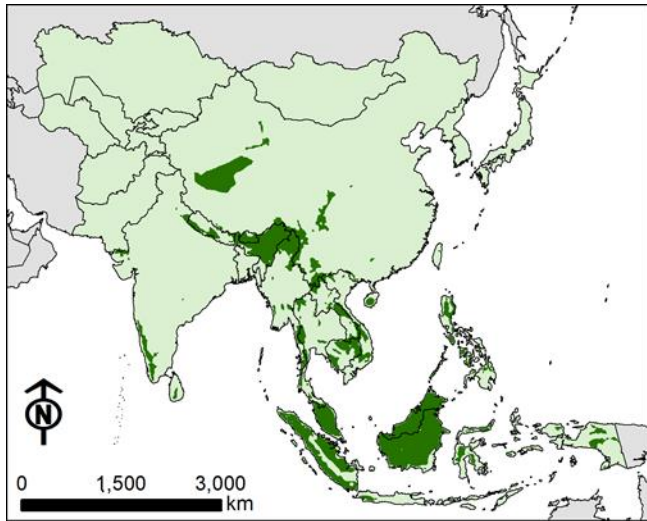
म्यांमार, लाओस और वियतनाम से लगने वाली सीमा के पास स्थित हैं। राष्ट्रीय स्तर पर पहचाने गए कोर बहुत हद तक क्षेत्रीय कोर के समान हैं (चित्र 7)।



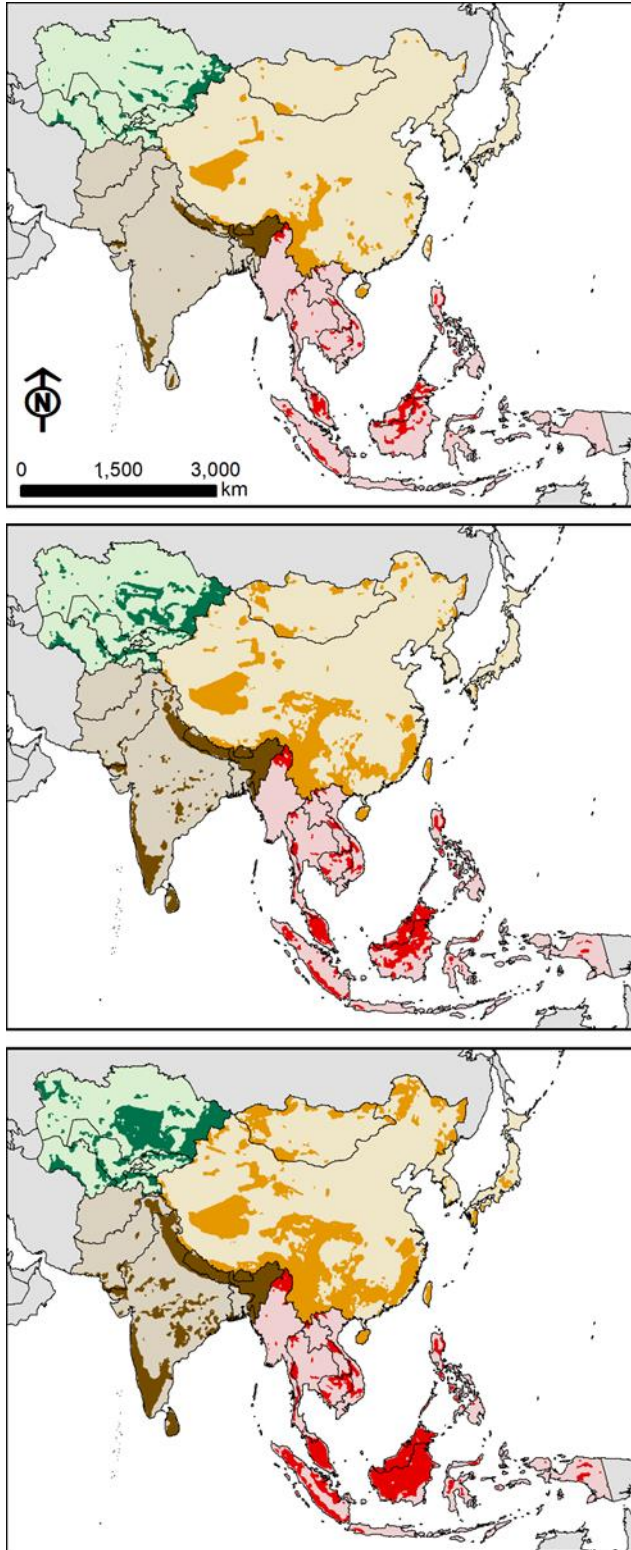
चित्र 3: एशियाई अध्ययन क्षेत्र में 1-km के रिजोलुशन पर कॉम्पोजिट बायोडायवर्सिटी इंडेक्स (CBI)। CBI की गणना सभी जैव विविधता इनपुट परतों में क्वांटाइल-रूपांतरित मानों के माध्यिका के रूप में की गई थी।



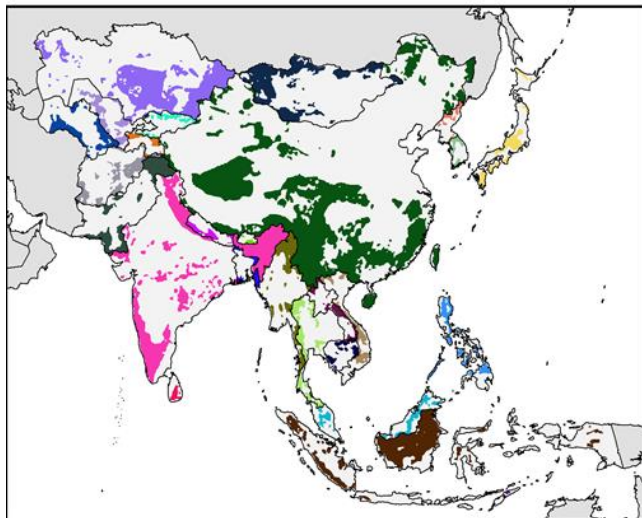
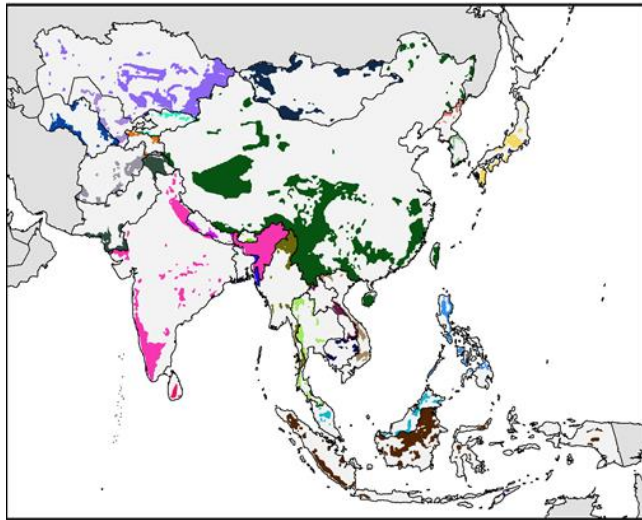
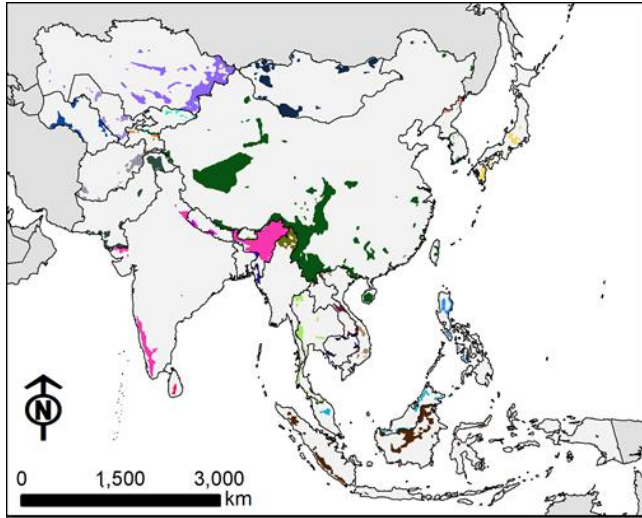
चित्र 4: सभी इनपुट परतों में जैव विविधता मान में परिवर्तनशीलता। प्रत्येक पैनेल प्रत्येक ग्रिड सेल के लिए नौ क्वांटाइल-रूपांतरित मानों (एक प्रति जैव विविधता परत) के सेट से गणना की गई एक अलग संक्षिप्त आंकड़ा दिखाता है: अधिकतम क्वांटाइल (शीर्ष बाएं), न्यूनतम क्वांटाइल (शीर्ष दाएं), क्वांटाइल का मानक विचलन (नीचे बाएं), और क्वांटाइल > 0.9 वाली परतों की गिनती (नीचे दाएं)।



चित्र 5: उच्च जैव विविधता मान को परिभाषित करने के लिए महाद्वीपीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर (गहरे हरे रंग की पट्टी), 0.9 (शीर्ष पैनल), 0.8 (मध्य पैनल), या 0.7 (निचला पैनल) की क्वांटाइल देहली को मानते हुए।



चित्र 6: उच्च जैव विविधता मान को परिभाषित करने के लिए क्षेत्रीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर, 0.9 (शीर्ष पैनल), 0.8 (मध्य पैनल), या 0.7 (निचला पैनल) की क्वांटाइल देहली को मानते हुए। गहरे रंग की पट्टी कोर को दर्शाते हैं और हल्के रंग की पृष्ठभूमि छायांकन क्षेत्रों को अलग करता है (हरा = मध्य एशिया, नारंगी = पूर्वी एशिया, भूरा = दक्षिण एशिया, लाल = दक्षिण पूर्व एशिया)।



चित्र 7: उच्च जैव विविधता मान को परिभाषित करने के लिए राष्ट्रीय स्तर पर बड़े जैव विविधता कोर, 0.9 (शीर्ष पैनल), 0.8 (मध्य पैनल), या 0.7 (निचला पैनल) की क्वांटाइल देहली को मानते हुए। विभिन्न देशों में कोर के बीच अंतर करने के लिए विभिन्न रंगों का उपयोग किया गया है।

अधिकांश महाद्वीपीय कोर (कुल कोर क्षेत्र का 59-72 प्रतिशत, क्वांटाइल देहली पर निर्भर करते हुए) उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय नम चौड़ी पत्ती वाले वन बायोम के भीतर हैं, जो दक्षिण पूर्व एशिया के अधिकांश हिस्से को कवर करता है (तालिका 4)। महाद्वीपीय कोर (10-13 प्रतिशत) के लिए अगले सबसे आम बायोम पर्वतीय घास के मैदान और झाड़ीदार बायोम हैं। अन्य सभी बायोम महाद्वीपीय पैमाने पर सभी क्वांटाइल देहली के लिए कुल कोर क्षेत्र के नौ प्रतिशत से कम के हैं। क्षेत्रीय पैमाने पर, कोर में उष्णकटिबंधीय वनों (36-38 प्रतिशत) का कम प्रभुत्व होता है, और अन्य अधिक उत्तरी बायोम में क्षेत्रीय कोर का एक बड़ा अंश शामिल होता है, जिसमें पर्वतीय घास के मैदान और झाड़ियां (18-21 प्रतिशत), रेगिस्तान और ज़ेरिक झाड़ियां (11-16 प्रतिशत), समशीतोष्ण शंकुधारी वन (7-10 प्रतिशत), समशीतोष्ण चौड़ी पत्ती और मिश्रित वन (7-8 प्रतिशत), और समशीतोष्ण घास के मैदान, सवाना और झाड़ियां (7 प्रतिशत) शामिल हैं। राष्ट्रीय स्तर पर कोर का बायोम प्रतिनिधित्व क्षेत्रीय पैमाने पर प्रतिनिधित्व के लगभग समान है। कम क्वांटाइल देहली (यानी, एशिया के भीतर अधिक कुल क्षेत्रों में शामिल करने वाले उच्च बायोम क्षेत्रों के क्षेत्रों में) महाद्वीपीय पैमाने पर बायोम विशेषताओं के अधिक संयुक्त पदचिह्न प्रदर्शित करते हैं, और अतिच्छादन का राष्ट्रीय पैमाने पर संयुक्त बनाम प्राथमिकता योजना विशेषताओं में शामिल सापेक्ष क्षेत्र पर निर्भर है (तालिका 5)। उदाहरण के लिए, अक्षुण्ण वन परिदृश्य एशिया के केवल एक छोटे से हिस्से को कवर करते हैं और लगभग पूरी तरह से महाद्वीपीय-पैमाने के कोर के भीतर आते हैं जिन्हें 70वें प्रतिशतक देहली का उपयोग करके पहचाना गया है। इसके विपरीत, वैश्विक 200 परिस्थितिक क्षेत्र 70वें प्रतिशतक कोर की तुलना में काफी अधिक क्षेत्र को कवर करते हैं, और इस प्रकार कोर के लिए वैश्विक 200 परिस्थितिक क्षेत्र का पूर्ण कवरेज प्राप्त करना असंभव है। अधिकांश वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं के लिए, महाद्वीपीय कोर के साथ अतिच्छादन क्षेत्रीय या राष्ट्रीय कोर के साथ अतिच्छादन से अधिक है। यह अक्षुण्ण वन परिदृश्य के लिए विशेष रूप से सच है, और CEPF जैव विविधता हॉटस्पॉट, वैश्विक 200 परिस्थितिक क्षेत्र और IFCP6 महत्वपूर्ण आवासों लिए कुछ हद तक सच है। दिलचस्प बात यह है कि KBAs और जैव विविधता कोर के बीच अतिच्छादन सभी भौगोलिक पैमानों के लिए समान है। सभी भौगोलिक पैमानों और क्वांटाइल देहलियों पर, कम से कम 78 प्रतिशत कोर सभी वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं के संयुक्त पदचिह्न के भीतर आते हैं, जिसमें 90वें प्रतिशतक देहली पर 99 प्रतिशत महाद्वीपीय कोर शामिल हैं।

तालिका 4: प्रत्येक बायोम के भीतर महाद्वीपीय पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर का अनुपात

तालिका 4: उच्च जैव विविधता मान को परिभाषित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले तीन अलग-अलग क्वांटाइल देहलियाँ और तीन अलग-अलग भौगोलिक पैमानों के लिए प्रत्येक बायोम के भीतर महाद्वीपीय-पैमाने पर बड़े जैव विविधता कोर का अनुपात

बायोम	महाद्वीपीय			क्षेत्रीय			राष्ट्रीय		
	शीर्ष 10	शीर्ष 20	शीर्ष 30	शीर्ष 10	शीर्ष 20	शीर्ष 30	शीर्ष 10	शीर्ष 20	शीर्ष 30
बोरियल वन/ताइगा	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
रेगिस्तान और ज़ेरिक झाड़ियाँ	0.01	0.03	0.05	0.11	0.14	0.16	0.15	0.17	0.19
बाढ़ग्रस्त घास के मैदान और सवाना	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
मैनग्रोव	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
मॉटेन घास के मैदान और झाड़ियाँ	0.11	0.10	0.12	0.21	0.19	0.18	0.21	0.19	0.18
चट्टान और बर्फ	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
समशीतोष्ण चौड़ी पत्तीधारी और मिश्रित वन	0.04	0.04	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08
शीतोष्ण शंकुधारी वन	0.05	0.05	0.05	0.10	0.07	0.07	0.10	0.07	0.07
समशीतोष्ण घास के मैदान, सवाना और झाड़ियाँ	0.00	0.00	0.01	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07
उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय शंकुधारी वन	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय शुष्क चौड़ी पत्तीधारी वन	0.04	0.07	0.09	0.02	0.04	0.05	0.01	0.03	0.04
उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय घास के मैदान, सवाना और झाड़ियाँ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
उष्णकटिबंधीय एवं उपोष्ण आर्द्र चौड़ी पत्तीधारी वन	0.72	0.68	0.59	0.38	0.38	0.36	0.34	0.36	0.35

तालिका 5: पिछली वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं में पहचानी गई जैव विविधता विशेषताओं और इस विश्लेषण से बड़े जैव विविधता कोर के बीच अतिच्छादन

तालिका 5: पिछली वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं में पहचानी गई जैव विविधता विशेषताओं और इस विश्लेषण से बड़े जैव विविधता कोर के बीच अतिच्छादन। परिणाम तीन अलग-अलग क्वांटाइल देहलियों के लिए दिखाए गए हैं जिनका उपयोग बड़े जैव विविधता कोर को स्थापित करने के लिए किया जाता है। स्लैश के बाईं ओर की संख्या कुल जैव विविधता विशेषता क्षेत्र का अनुपात है जो बड़े जैव विविधता कोर को अतिच्छादित करता है; स्लैश के दायीं ओर की संख्या जैव विविधता विशेषताओं को अतिच्छादित करने वाले कुल कोर क्षेत्र का अनुपात है

	महाद्वीपीय कोर			क्षेत्रीय कोर			राष्ट्रीय कोर		
वैश्विक प्राथमिकता योजना की विशेषता	शीर्ष 10	शीर्ष 20	शीर्ष 30	शीर्ष 10	शीर्ष 20	शीर्ष 30	शीर्ष 10	शीर्ष 20	शीर्ष 30
CEPF जैव विविधता हॉटस्पॉट्स	0.31 / 0.85	0.56 / 0.76	0.67 / 0.61	0.21 / 0.58	0.34 / 0.47	0.44 / 0.41	0.20 / 0.54	0.32 / 0.44	0.43 / 0.39
अक्षुण्ण वन परिदृश्य	0.59 / 0.11	0.83 / 0.08	0.91 / 0.06	0.36 / 0.07	0.52 / 0.05	0.59 / 0.04	0.38 / 0.07	0.52 / 0.05	0.57 / 0.04
IFCPS6 महत्वपूर्ण आवास	0.32 / 0.63	0.52 / 0.50	0.65 / 0.42	0.25 / 0.48	0.41 / 0.40	0.52 / 0.34	0.24 / 0.47	0.40 / 0.39	0.51 / 0.33
वैश्विक 200 परिस्थितिक क्षेत्र	0.17 / 0.76	0.31 / 0.71	0.44 / 0.66	0.15 / 0.71	0.30 / 0.67	0.41 / 0.63	0.15 / 0.68	0.28 / 0.65	0.40 / 0.61
KBAs	0.29 / 0.31	0.44 / 0.24	0.58 / 0.21	0.29 / 0.32	0.47 / 0.25	0.56 / 0.20	0.30 / 0.32	0.47 / 0.25	0.57 / 0.20
सभी योजनाएं संयुक्त	0.17 / 0.99	0.33 / 0.96	0.45 / 0.90	0.16 / 0.92	0.29 / 0.85	0.40 / 0.79	0.15 / 0.90	0.28 / 0.83	0.40 / 0.78

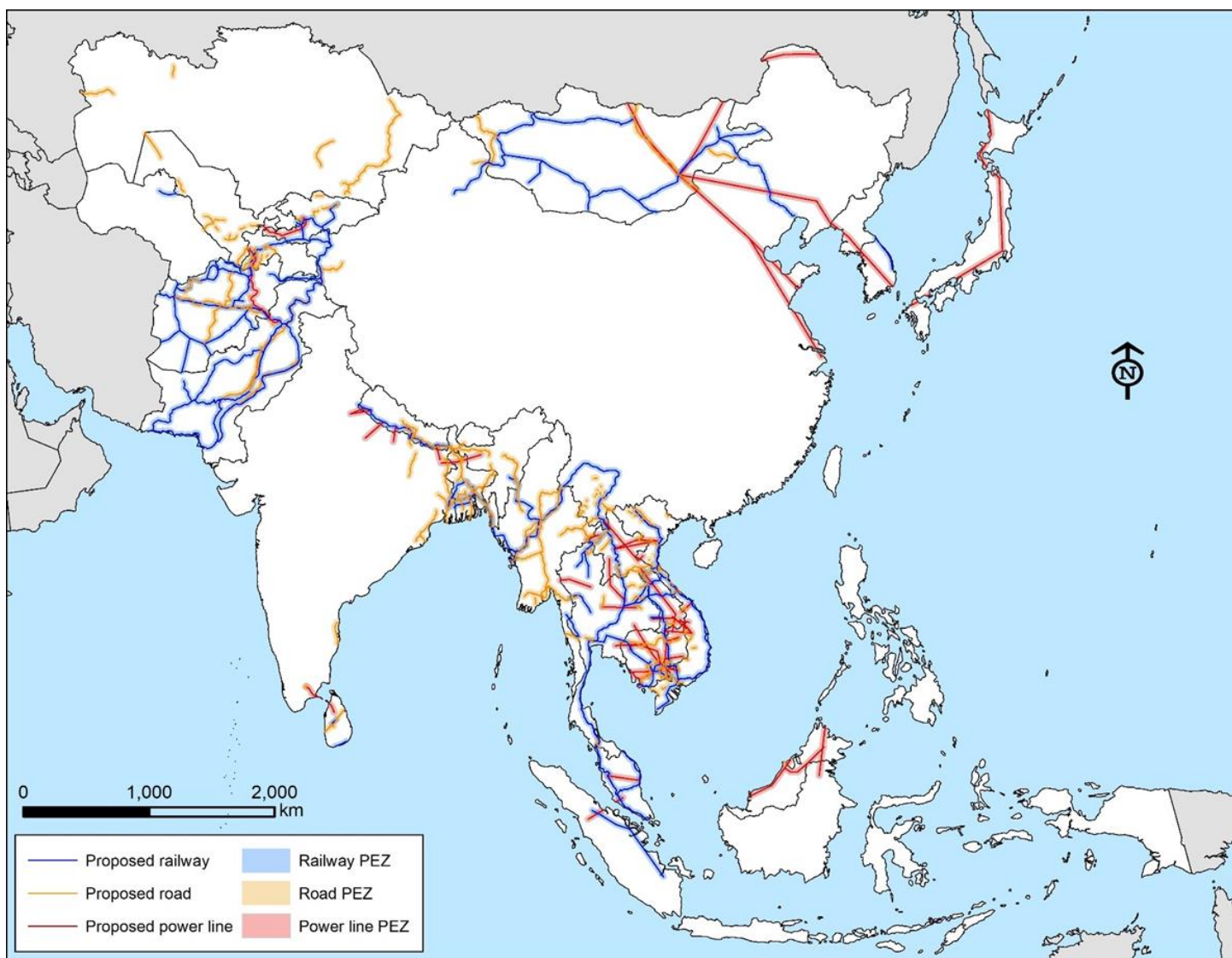
प्रस्तावित LI का विस्तार

हमने एशिया में प्रमुख अंतरराष्ट्रीय आर्थिक विकास पहलों से जुड़े प्रस्तावित LI के 81,000 km से अधिक की पहचान की है (तालिका 6, चित्र 8)। इसमें से लगभग 36,000 km (44 प्रतिशत) तक रेलवे प्रस्तावना है, इसके बाद सड़कें (~28,000 km; 34 प्रतिशत) और बिजली लाइनें (~18,000 km; 22 प्रतिशत) हैं। प्रस्तावित LI लंबाई का बासठ प्रतिशत नया मार्ग होगा और 36 प्रतिशत मौजूदा मार्गों में सुधार होगा। प्रस्तावित रेलवे की सबसे बड़ी लंबाई दक्षिण और पूर्वी एशिया (विशेषकर पाकिस्तान, मंगोलिया और अफगानिस्तान) में है, लेकिन प्रस्तावित रेलवे के उच्चतम घनत्व वाले देश ज्यादातर दक्षिण पूर्व एशिया (सिंगापुर, वियतनाम और लाओस सहित) में हैं। प्रस्तावित सड़कों की सबसे बड़ी लंबाई दक्षिण और दक्षिण पूर्व एशिया, विशेष रूप से म्यांमार, भारत, पाकिस्तान और बांग्लादेश में है। सूची के शीर्ष के करीब कंबोडिया और लाओस जैसे अतिरिक्त दक्षिण पूर्व एशियाई देशों सहित, इन क्षेत्रों के देशों में प्रस्तावित सड़कों का घनत्व सबसे अधिक है। पूर्वी एशिया (चीन और मंगोलिया) और दक्षिण पूर्व एशिया (कंबोडिया और लाओस) के देशों में प्रस्तावित बिजली लाइनों की लंबाई सबसे अधिक है, और दक्षिण-पूर्व एशियाई देशों (कंबोडिया, लाओस, ब्रुनेई और मलेशिया) में प्रस्तावित बिजली लाइनों का घनत्व सबसे अधिक है। सभी LI साधनों में, प्रस्तावित LI की सबसे बड़ी लंबाई मुख्य रूप से दक्षिण और पूर्वी एशियाई देशों (पाकिस्तान, मंगोलिया और चीन) में है, लेकिन सबसे बड़ा घनत्व मुख्य रूप से दक्षिण पूर्व एशियाई देशों (कंबोडिया, लाओस

तालिका 6: एशिया में प्रस्तावित LI परियोजनाओं की लंबाई
मंगोलिया और चीन) में है, लेकिन सबसे बड़ा घनत्व मुख्य रूप से दक्षिण पूर्व एशियाई देशों (कंबोडिया, लाओस
तालिका 6: रैखिक अवसंरचना साधन (रेलवे, सड़क, या बिजली लाइन) और परियोजना प्रकार (नया मार्ग या मौजूदा मार्ग में सुधार) के अनुसार एशिया में प्रस्तावित LI परियोजनाओं की लंबाई

LI साधन	परियोजना प्रकार	संयुक्त लंबाई (KM)	प्रस्तावित LI लंबाई के अनुसार शीर्ष 5 देश	प्रस्तावित LI घनत्व के अनुसार शीर्ष 5 देश
रेलवे	सुधार	8,648		
	नया	27,051	पाकिस्तान, मंगोलिया,	सिंगापुर, वियतनाम,
	अस्पष्ट	0	अफगानिस्तान, थाईलैंड,	अफगानिस्तान, बांग्लादेश,
	सभी परियोजना प्रकार	35,698	चीन	लाओस
सड़क	सुधार	20,402		
	नया	5,560	म्यांमार, भारत, पाकिस्तान,	बांग्लादेश, कंबोडिया, म्यांमार,
	अस्पष्ट	1,957	बांग्लादेश, अफगानिस्तान	लाओस, ताजिकिस्तान
	सभी परियोजना प्रकार	27,919		
बिजली लाइन	सुधार	0		
	नया	17,991	चीन, कंबोडिया, लाओस,	कंबोडिया, लाओस, ब्रुनेई
	अस्पष्ट	0	मंगोलिया, जापान	दारुस्सलाम, जापान, मलेशिया
	सभी परियोजना प्रकार	17,991		
सभी LI साधन	सुधार	29,050	पाकिस्तान, मंगोलिया, चीन,	कंबोडिया, सिंगापुर, बांग्लादेश,
	नया	50,602	अफगानिस्तान, म्यांमार	लाओस, वियतनाम

अस्पष्ट	1,957
सभी परियोजना प्रकार	81,608



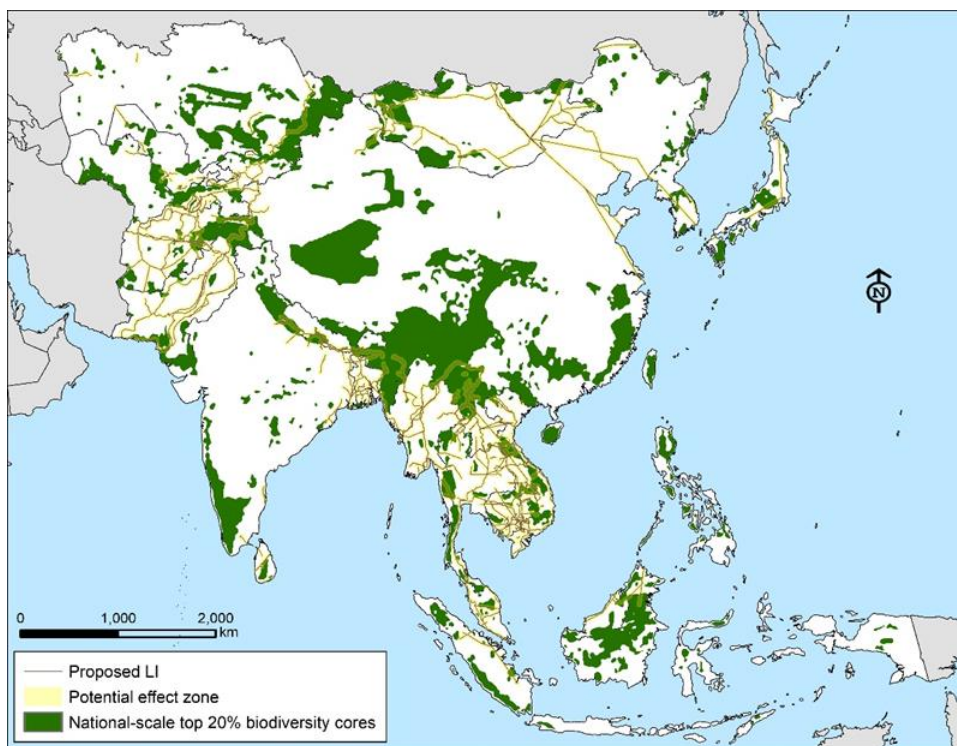
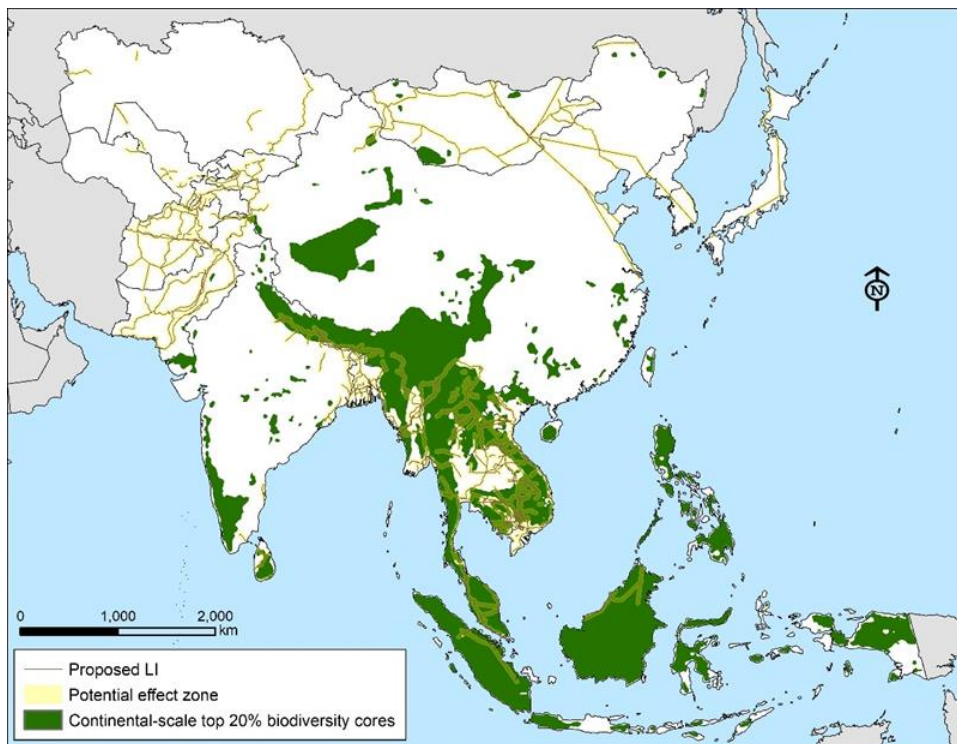
चित्र 8: एशिया भर में प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना परियोजनाओं के मार्ग और संभावित प्रभाव क्षेत्र (PEZs)।

जैव विविधता पर संभावित LI प्रभाव

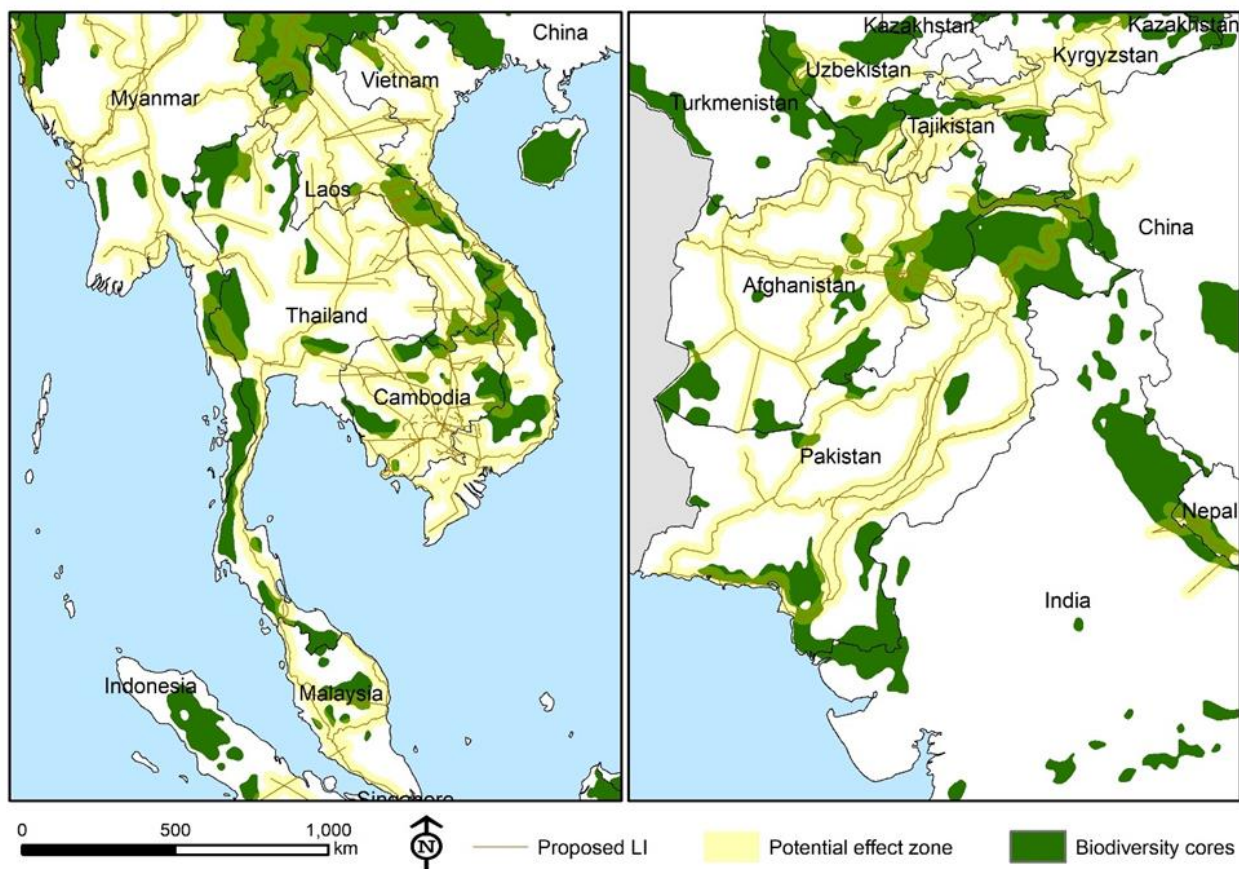
जैव विविधता कोर और PEZs के बीच अतिच्छादन का स्तर LI साधन और कोर परिभाषा (यानी, भौगोलिक पैमाने और CBI प्रतिशत सीमा) के अनुसार भिन्न होती है जैसा कि तालिका 7 में दिखाया गया है। कोर को परिभाषित करने के तरीके पर निर्भर करते हुए, सभी LI साधन के लिए PEZs 12-20 प्रतिशत कोर को काटते हैं (चित्र 9, चित्र 10)। रेलवे PEZs 7-12 प्रतिशत कोर को काटते हैं, जबकि रोड PEZs 4-9 प्रतिशत कोर को काटते हैं और पावर लाइन PEZs 2-6 प्रतिशत कोर को काटते हैं। सभी कोर परिभाषाओं के लिए, रेलवे PEZs में मुख्य क्षेत्रों के साथ सबसे बड़ा कुल अतिच्छादन होता है, इसके बाद सड़क PEZs और फिर पावर लाइन PEZs होते हैं। PEZs के साथ अतिव्यापी राष्ट्रीय और क्षेत्रीय जैव विविधता कोर के सबसे बड़े क्षेत्र पूर्वी एशियाई और दक्षिण एशियाई देशों, विशेष रूप से चीन, भारत, पाकिस्तान और अफगानिस्तान के भीतर हैं। महाद्वीपीय कोर के लिए अतिच्छादन के सबसे बड़े क्षेत्र दक्षिण पूर्व एशियाई देशों, विशेष रूप से लाओस, म्यांमार, कंबोडिया और मलेशिया में हैं। हालांकि, जब किसी देश के भीतर जैव विविधता कोर के अनुपात पर विचार किया जाता है जो PEZs को अतिच्छादित होता है, अतिच्छादन के कुल क्षेत्र के लिए और क्षेत्रों (1a) के बीच संयुक्त क्षेत्रों (1b) के दक्षिण और दक्षिण पूर्व एशिया के क्षेत्रों में कोर के नेपाल, बांग्लादेश, लाओस, कंबोडिया, और वियतनाम में होते हैं। तालिका 8)। 25,000 km² से अधिक 1a और 1b PAs PEZs के अंतर्गत आते हैं, जो इन PAs के संयुक्त क्षेत्र का लगभग 8 प्रतिशत है। सड़क PEZs तीन LI साधन के PAs की सबसे बड़ी संख्या को काटते हैं, लेकिन बिजली लाइन PEZs PAs के सबसे बड़े कुल क्षेत्रफल को काटते हैं।

तालिका 7: प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना मार्गों के संभावित प्रभाव क्षेत्र (PEZs) के भीतर जैव विविधता कोर के कुल क्षेत्रफल का अनुपात।

तालिका 7: प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना मार्गों के संभावित प्रभाव क्षेत्र (PEZs) के भीतर जैव विविधता कोर के कुल क्षेत्रफल का अनुपात। प्रत्येक जैव विविधता कोर परिभाषा और प्रत्येक LI साधन के लिए परिणाम दिखाए गए हैं						
जैव विविधता कोर	रेलवे	सड़क	बिजली लाइन	सभी LI साधन	क्षेत्रफल के अनुसार शीर्ष 5 देश (सभी साधन)	अनुपात के अनुसार शीर्ष 5 देश (सभी साधन)
राष्ट्रीय, शीर्ष 10%।	0.10	0.06	0.02	0.16	चीन, भारत, पाकिस्तान, कज़ाकिस्तान, अफगानिस्तान	नेपाल, लाओस, बांग्लादेश, वियतनाम, पाकिस्तान
राष्ट्रीय, शीर्ष 20%	0.10	0.05	0.02	0.15	चीन, भारत, मंगोलिया, पाकिस्तान, अफगानिस्तान	नेपाल, लाओस, बांग्लादेश, कंबोडिया, वियतनाम
राष्ट्रीय, शीर्ष 30%	0.09	0.05	0.02	0.15	चीन, मंगोलिया, भारत, पाकिस्तान, अफगानिस्तान	नेपाल, लाओस, बांग्लादेश, कंबोडिया, वियतनाम
क्षेत्रीय, शीर्ष 10%।	0.07	0.06	0.03	0.13	चीन, भारत, नेपाल, मलेशिया, कज़ाकिस्तान	बांग्लादेश, लाओस, नेपाल, कंबोडिया, किर्गिस्तान
क्षेत्रीय, शीर्ष 20%	0.07	0.05	0.03	0.12	चीन, भारत, मलेशिया, नेपाल, कज़ाकिस्तान	लाओस, कंबोडिया, बांग्लादेश, नेपाल, श्रीलंका
क्षेत्रीय, शीर्ष 30%	0.07	0.04	0.02	0.12	चीन, भारत, मलेशिया, मंगोलिया, नेपाल	लाओस, कंबोडिया, बांग्लादेश, नेपाल, श्रीलंका
महाद्वीपीय, शीर्ष 10%	0.12	0.07	0.06	0.20	मलेशिया, कंबोडिया, भारत, लाओस, इंडोनेशिया	बांग्लादेश, नेपाल, लाओस, कंबोडिया, वियतनाम
महाद्वीपीय, शीर्ष 20%	0.12	0.09	0.06	0.20	लाओस, म्यांमार, मलेशिया, कंबोडिया, चीन	लाओस, कंबोडिया, वियतनाम, बांग्लादेश, नेपाल
महाद्वीपीय, शीर्ष 30%	0.11	0.08	0.05	0.18	म्यांमार, लाओस, कंबोडिया, थाईलैंड, मलेशिया	कंबोडिया, लाओस, बांग्लादेश, वियतनाम, ब्रुनेई दारुस्सलाम



चित्र 9: प्रस्तावित LI मार्गों (सभी साधन) के संभावित प्रभाव क्षेत्रों (PEZs) और महाद्वीपीय पैमाने (शीर्ष पैनल) और राष्ट्रीय स्तर (निचला पैनल) पर शीर्ष 20% जैव विविधता कोर के बीच अतिच्छादन।



चित्र 10: प्रस्तावित LI मार्गों के संभावित प्रभाव क्षेत्रों (PEZs) और एशिया के चयनित क्षेत्रों के भीतर जैव विविधता के प्रमुख क्षेत्रों के बीच अतिच्छादन। दिखाए गए जैव विविधता कोर राष्ट्रीय स्तर पर शीर्ष 20% CBI मानों पर आधारित हैं। दिखाए गए LI मार्गों में सभी तीन साधन (सड़क, रेलवे, बिजली लाइन) शामिल हैं।

तालिका 8: प्रस्तावित LI मार्गों और संरक्षित क्षेत्रों के संभावित प्रभाव क्षेत्रों (PEZs) के बीच अतिच्छादन

तालिका 8: प्रस्तावित LI मार्गों के संभावित प्रभाव क्षेत्रों (PEZs) और संरक्षित क्षेत्रों (IUCN श्रेणियां 1A और 1B) के बीच अतिच्छादन			
LI साधन	PEZ के भीतर PA की संख्या	अतिच्छादन का क्षेत्र (KM ²)	कुल PEZ के भीतर अनुपात या PA क्षेत्र
रेलवे	156	9,119	0.028
सड़क	184	6,254	0.019
बिजली लाइन	132	13,014	0.041
सभी LI मॉडल	363	25,295	0.079

चर्चा

हमने पूरे एशिया में जैव विविधता संरक्षण मानों का मानचित्रण किया और बड़े जैव विविधता कोर की पहचान की जो वन्यजीव-अनुकूल LI विकास और शमन के लिए USAID रणनीतियों को जानकारी दे सकते हैं। प्रस्तावित सड़कों, रेलवे और बिजली लाइनों के मार्गों के साथ जैव विविधता कोर को ओवरले करके, हमने उन क्षेत्रों की पहचान की है जहां भविष्य में LI विकास जैव विविधता के लिए सबसे बड़ा जोखिम प्रस्तुत करता है। हमारे परिणाम इन तीन भौगोलिक पैमानों पर भविष्य के LI विकास के प्रभावों से बचने, न्यूनतम करने या कम करने के लिए संभावित संरक्षण प्राथमिकताओं की एक श्रृंखला को दर्शाते हैं: पूरे एशिया में, क्षेत्रीय और राष्ट्रीय स्तर पर। इस विश्लेषण में कोर मानचित्रों के उपयोगों में से एक भविष्य की LI परियोजनाओं को इस तरह से तय करने के लिए एक परिहार परत के रूप में है जिससे अध्ययन क्षेत्र में 28 एशियाई देशों के सबसे अधिक जैव विविधता वाले स्थानों की रक्षा हो। हमने उच्च जैव विविधता मान का निरूपण करने के लिए तीन देहलियों का उपयोग करके बड़े जैव विविधता कोर को चित्रित किया है - महाद्वीप के लगभग 10, 20, या 30 प्रतिशत को कवर करने वाले कोर। LI और जैव विविधता के बीच संघर्ष को कम करने के प्रयासों के दायरे का निर्धारण करते समय यह दृष्टिकोण USAID को लचीलापन प्रदान करता है। इस विश्लेषण से जैव विविधता कोर की सबसे दृढ़ परिभाषा (उदाहरण के लिए, 90वां प्रतिशत देहली) उपयुक्त हो सकती है जब संरक्षण संसाधन सीमित हों और इसका उपयोग असाधारण जैव विविधता वाले स्थानों के एक छोटे से सेट में संभावित LI संघर्षों को दर्शाने के लिए करना होगा। हालांकि, इस बात पर सहमति बढ़ रही है कि विलुप्त होने के संकट को रोकने और जलवायु परिवर्तन के सबसे बुरे प्रभावों से बचने के लिए पृथ्वी के एक बड़े हिस्से को, शायद 30 से 50 प्रतिशत तक, संरक्षित करने की आवश्यकता होगी। जैव विविधता 2011-2020 के लिए जैविक विविधता की रणनीतिक योजना (Biological Diversity's Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020) पर कन्वेंशन ने प्रत्येक हस्ताक्षरकर्ता राष्ट्र को PAs के अच्छी तरह जुड़े सिस्टम में कम से कम 17 प्रतिशत स्थलीय और अंतर्देशीय जल और 10 प्रतिशत तटीय और समुद्री क्षेत्रों को संरक्षित करने का आह्वान किया। हाल ही में, हाफ अर्थ (Wilson, 2016), नेचर नीड्स हाफ़ (Locke, 2014), और थर्टी बाई थर्टी (Dinerstein et al., 2019) आंदोलनों ने अधिक महत्वाकांक्षी जैव विविधता संरक्षण लक्ष्यों का आह्वान किया है और संरक्षण और अन्य उपयोगों के बीच संतुलन को बढ़ावा देने के लिए प्रेरित किया है। भूगोलीक, पैमाने के विचार को बनाए रखना और उदाहरण के लिए, हमने वैश्व स्तर पर 80वीं घातक प्रारंभिक दक्षिण पूर्व एशिया में जैव विविधता कोर के लिए एक मानचित्र तैयार किया है। यह मानचित्र क्षेत्रीय और राष्ट्रीय स्तर पर जैव विविधता कोर को पहचान करने के लिए हमने जिस दृष्टिकोण का इस्तेमाल किया, वह कई स्वतंत्र जैव विविधता डेटा स्रोतों के बीच सहमति के विचार पर आधारित है। हम मानते हैं कि CBI की गणना के लिए हमारे द्वारा उपयोग किए जाने वाले डेटा सेट में कुछ अतिरिक्त मौजूद हैं (उदाहरण के लिए, कई जैव विविधता मान के अनुमान के आधार के रूप में प्रजातियों की समृद्धि पर निर्भर करते हैं), लेकिन हमने अत्यधिक सहसंबद्ध परतों को हटाकर इस अतिरिक्त को कम करने का प्रयास किया है। एशिया के कुछ क्षेत्रों के लिए

परतों के बीच जैव विविधता मान के भिन्न अनुमान (चित्र 4, नीचे बाएं) सुझाव देते हैं कि शेष परतों में स्वतंत्र और पूरक जानकारी शामिल है। इसके अलावा, यह तथ्य कि उच्चतम-CBI क्षेत्रों के लिए इन परतों के बीच इतनी मजबूत सहमति थी (चित्र 4, नीचे दाएं) कि इससे इस मामले को मजबूती मिलती है कि ये जैव विविधता संरक्षण के लिए सार्थक प्राथमिकता वाले क्षेत्र हैं और जैव विविधता को मापने के तरीके से अत्यधिक प्रभावित नहीं होते हैं। हमने CBI की गणना करते समय सभी जैव विविधता परतों को समान रूप से अहम माना, मुख्यतः क्योंकि हमारे पास परतों के सापेक्ष महत्व का आकलन करने का कोई उद्देश्य साधन नहीं था। हालांकि, भविष्य की जांच औसत जैव विविधता मान की गणना करते समय अलग-अलग परतों को अलग-अलग भार प्रदान कर सकती है, जिसमें भार उस स्तर को दर्शाता है जिसमें परतें उपयोगकर्ताओं के विशिष्ट जैव विविधता संरक्षण उद्देश्यों को दर्शाती हैं, या शायद डेटा विश्वसनीयता को दर्शाती हैं जैसा कि स्थानिक रिजोलुशन या डेटा संग्रह की पुनरावृत्ति द्वारा इंगित किया गया है।

मौजूदा वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं से मुख्य क्षेत्रों और जैव विविधता विशेषताओं के बीच स्थानिक अतिच्छादन अत्यधिक परिवर्तनशील है, और इस बात की कई संभावित व्याख्याएं हैं कि कुछ मामलों में यह अतिच्छादन कम क्यों है। सबसे पहले, स्थानिक पैमाने (वैश्विक बनाम महाद्वीपीय, क्षेत्रीय, या राष्ट्रीय) में अंतर के कारण प्राथमिकताओं में कुछ अंतर होने की संभावना है। दूसरा, वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं में शामिल जैव विविधता के तत्व हमारे द्वारा उपयोग की जाने वाली जैव विविधता परतों के समान नहीं हैं; उदाहरण के लिए, पौधों की प्रजातियों की समृद्धि और असामान्य पारिस्थितिक या विकासवादी घटनाएं दोनों वैश्विक प्राथमिकता योजनाओं के घटक हैं, लेकिन हमारे द्वारा उपयोग की जाने वाली परतों में शामिल नहीं हैं, जो बड़े पैमाने पर स्थलीय वन्यजीवों की ओर उन्मुख हैं। तीसरा, जैव विविधता विशेषताओं का कुल क्षेत्र और इस विश्लेषण में पहचाने गए कोर कभी-कभी बहुत भिन्न होते हैं, जिसका अर्थ है कि उच्च स्तर का अतिच्छादन संभव नहीं है। इसके बावजूद, जैव विविधता विशेषताओं और कोर का स्थानिक वितरण लगभग समान है, और वस्तुतः सभी कोर कम से कम एक वैश्विक प्राथमिकता योजना में पहचानी गई जैव विविधता विशेषता के साथ अतिच्छादित होते हैं।

हमारे विश्लेषण से एशिया में प्रस्तावित LI विकास की कई महत्वपूर्ण विशेषताओं का पता चला। प्रस्तावित सड़कें LI विकास द्वारा जैव विविधता के लिए उत्पन्न खतरे का एक प्रमुख घटक हैं, लेकिन अन्य LI साधन से खतरे उतने ही महत्वपूर्ण हो सकते हैं। प्रस्तावित सड़कों की कुल लंबाई जिनकी हमने एशिया में पहचान की है, प्रस्तावित रेलवे की लंबाई से कम है, जिन पर अधिकांश क्षेत्रों में संरक्षणवादियों और शोधकर्ताओं से सड़कों की तुलना में कम ध्यान दिया गया है, और जिनके जैव विविधता पर प्रभाव को अच्छी तरह से समझा नहीं गया है (Popp & Boyle, 2017)। जैव विविधता के लिए LI प्रभावों के अधिकांश आकलन से बिजली लाइनों को पूरी तरह से हटा दिया गया है, फिर भी हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि उनका प्रभाव काफी हो सकता है। हमारे विश्लेषण में पहचाने गए प्रस्तावित LI की कुल लंबाई के पांचवे हिस्से में बिजली लाइनें हैं और मुख्य रूप से दक्षिण पूर्व एशिया में केंद्रित हैं, जहां जैव विविधता का मान अपेक्षाकृत अधिक है। बिजली लाइनों के लिए प्रस्तावित मार्गों में हमारे विश्लेषण के आधार पर PAs को प्रभावित करने की अधिक संभावना हो सकती है। इन निष्कर्षों से पता चलता है कि जैव विविधता पर LI से खतरों का आकलन करने के लिए रेलवे और बिजली लाइनों पर अधिक ध्यान देना आवश्यक है, खासकर उन क्षेत्रों में जहां जैव विविधता का मान अपेक्षाकृत अधिक है।

हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि उनका प्रभाव काफी हो सकता है। हमारे विश्लेषण में पहचाने गए प्रस्तावित LI की कुल लंबाई के पांचवे हिस्से में बिजली लाइनें हैं और मुख्य रूप से दक्षिण पूर्व एशिया में केंद्रित हैं, जहां जैव विविधता का मान अपेक्षाकृत अधिक है। बिजली लाइनों के लिए प्रस्तावित मार्गों में हमारे विश्लेषण के आधार पर PAs को प्रभावित करने की अधिक संभावना हो सकती है। इन निष्कर्षों से पता चलता है कि जैव विविधता पर LI से खतरों का आकलन करने के लिए रेलवे और बिजली लाइनों पर अधिक ध्यान देना आवश्यक है, खासकर उन क्षेत्रों में जहां जैव विविधता का मान अपेक्षाकृत अधिक है।

हमारे विश्लेषण में पहचाने गए महाद्वीपीय-पैमाने पर जैव विविधता के मुख्य क्षेत्र भी बड़े पैमाने पर दक्षिण पूर्व एशिया में केंद्रित हैं। इस क्षेत्र के भीतर कुछ क्षेत्रों के लिए LI विकास से होने वाले खतरों को शोधकर्ताओं से काफी मीडिया कवरेज और ध्यान मिला है क्योंकि वे पारिस्थितिक तंत्र या प्रजातियों को प्रभावित करते हैं जिन्हें व्यापक रूप से संरक्षण प्राथमिकताओं के रूप में मान्यता दी गई है, जैसे कि हार्ट ऑफ बोर्नियो और सुमात्रा का लूसर

पारिस्थितिकी तंत्र। हालांकि, दक्षिण पूर्व एशिया के कई कम प्रतिष्ठित क्षेत्रों में भी उच्च जैव विविधता मान और LI विकास की योजनाएं हैं, और इन क्षेत्रों के खतरे ने बहुत कम ध्यान आकर्षित किया है। उदाहरण के लिए, कंबोडिया, लाओस और वियतनाम में जैव विविधता कोर और प्रस्तावित LI के बीच कुछ उच्चतम अतिच्छादन हैं लेकिन LI विकास खतरों की चर्चा में इनका उल्लेख बहुत कम बार किया गया है, हालांकि मेकांग इंफ्रास्ट्रक्चर ट्रैकर (Stimson Center, 2021) जैसे प्रयास इसे बदलने में मदद कर रहे हैं। एशिया में LI विकास के प्रभावों के हालिया विश्लेषणों ने चीन की बेल्ट एंड रोड इनिशिएटिव, या BRI से जुड़ी LI परियोजनाओं पर ध्यान केंद्रित किया है (Foggin et al., 2021; Hughes, 2019; Hughes et al., 2020; Lechner et al., 2018; Ng et al., 2020)। BRI परियोजनाएं भौगोलिक रूप से व्यापक हैं, काफी मीडिया कवरेज प्राप्त करती हैं, महत्वपूर्ण भू-राजनीतिक प्रभाव डालती हैं, और मौजूदा स्थानिक डेटाबेस में अच्छी तरह से पकड़ बनाई गई है, ये सभी उनकी ओर पड़ने वाले ध्यान में योगदान करते हैं। हालांकि, हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि एशिया में LI विकास से जैव विविधता के लिए खतरा BRI से काफी आगे विस्तार पा चुका है। हमारे विश्लेषण में प्रस्तावित LI मार्गों की कुल लंबाई का केवल 34 प्रतिशत ही BRI से जुड़ा था। हमारे द्वारा प्रलेखित प्रस्तावित LI विकास का शेष दो-तिहाई क्षेत्रीय पहलों का हिस्सा है जैसे कि साउथ एशिया सबरीजनल इकोनॉमिक कोऑपेरेशन प्रोग्राम (SASEC), सेंट्रल एशिया सबरीजनल इकोनॉमिक कोऑपेरेशन प्रोग्राम (CAREC), Greater Mekong Subregion (GMS), और Association of Southeast Asian Nations (ASEAN)। परियोजनाओं की एक छोटी संख्या BRI और एक अन्य अंतरराष्ट्रीय पहल (जैसे, CAREC, ASEAN) दोनों से जुड़ी थी। इसके अलावा, कुछ एशियाई देशों में LI विकास के लिए महत्वाकांक्षी योजनाएं हैं जिन्हें राष्ट्रीय स्तर पर वित्त पोषित किया जाएगा, और इसीलिए हमारे आकलन में शामिल नहीं किया गया था जो अंतरराष्ट्रीय आर्थिक विकास पहल पर केंद्रित था। उदाहरण के लिए, भारत और चीन प्रस्तावित LI के हमारे मानचित्र पर अपेक्षाकृत खाली क्षेत्रों के रूप में दिखाई देते हैं (चित्र 8), लेकिन दोनों देश तेजी से और एकतरफा तौर पर अपने LI नेटवर्क का विस्तार कर रहे हैं। 2050 तक रेल गतिविधि के कुल वैश्विक हिस्से में भारत की हिस्सेदारी 40 प्रतिशत हो जाने की उम्मीद है और 2030 तक रेल अवसंरचना में 715 बिलियन अमेरिकी डॉलर का निवेश करने की उम्मीद है (IBEF, 2021a)। भारत सरकार के 2021-22 के बजट में एक संशोधित बिजली वितरण क्षेत्र योजना के लिए 42 बिलियन अमेरिकी डॉलर (IBEF, 2021b), साथ ही 19,500 km सड़क और उच्च निर्माण परियोजनाओं के लिए वित्त पोषण शामिल है (Chakravarty, 2021)। चीन में, सत्तारूढ़ कम्युनिस्ट पार्टी और राज्य परिषद की केंद्रीय समिति द्वारा हाल ही में **जातिगत विकास और ग्रामीण क्षेत्रों में देश के रेलवे नेटवर्क को 200,000 km और इसके हाईवे नेटवर्क को 460,000** **हजारों किमी के लिए पूर्णतः स्वतंत्र और बिना रुकावट के** **यह एक राष्ट्रीय जुड़ोप परियोजनाओं से त्वरित LI परियोजनाओं को आगे बढ़ाकर** **करके, विकास के क्षेत्रों के प्रभावों पर विचार करते हुए, और LI योजना के लिए उपयोगी एक समग्र जैव विविधता सूचकांक तैयार करने के लिए कई डेटा स्रोतों में जैव विविधता जानकारी को संश्लेषित करके एशिया में LI प्रभावों के मौजूदा विश्लेषण पर खड़ा होता है। फिर भी हमारा विश्लेषण एशिया के लिए LI स्थानिक डेटा के तीन पहलुओं तक सीमित था:**

1. उपलब्धता। प्रस्तावित LI पर स्थानिक डेटा प्राप्त करना इस अध्ययन का सबसे अधिक समय लेने वाला और चुनौतीपूर्ण पहलू था। हमने शुरू में उम्मीद की थी कि बहुपक्षीय विकास बैंक प्रस्तावित LI परियोजनाओं पर एक भू-स्थानिक प्रारूप में डेटा प्रदान करने में सक्षम होंगे, लेकिन जल्द ही पता चला कि ये डेटा किसी भी तरह से व्यवस्थित रूप से एकीकृत नहीं हैं। चूंकि पूरे एशिया में सभी प्रस्तावित LI परियोजनाओं पर शुरू से डेटा संकलित करना संभव नहीं था, इसलिए हमने अंतरराष्ट्रीय आर्थिक विकास

पहल से जुड़ी परियोजनाओं पर अपना विश्लेषण केंद्रित किया, जिसके लिए हम उन रिपोर्टों और वेबसाइटों में मानचित्र ढूँढ सकते हैं जिनका उपयोग हम मैनुअल रूप से मार्गों को डिजिटाइज़ करने के लिए कर सकते हैं। प्रस्तावित LI मार्गों पर उपलब्ध स्थानिक डेटा की कमी का मतलब है कि हमारा विश्लेषण केवल LI परियोजनाओं के एक नमूने पर विचार करता है जो एशिया में जैव विविधता को प्रभावित कर सकता है और उन परियोजनाओं के प्रति पक्षपाती हो सकता है जिनके लिए हम सबसे आसानी से जानकारी प्राप्त करने में सक्षम थे। LI परियोजनाओं के व्यापक और नियमित रूप से अपडेट किए गए भू-स्थानिक

2. डेटाबेस जो LI परियोजना के प्रायोजक या योजनाकारों द्वारा बनाए जाते हैं, संभावित LI प्रभावों के भविष्य परियोजना विवरण। प्रस्तावित LI परियोजनाओं के हमारे डेटाबेस का निर्माण करने के लिए उपयोग किए के विश्लेषण की पूर्णता में काफी सुधार करेंगे।

जाने वाले डेटा स्रोत LI विशेषताओं पर प्रदान किए गए विवरण की मात्रा के संबंध में काफी भिन्न हैं। कुछ परियोजनाओं के लिए, हम LI साधन से अधिक का पता लगाने में असमर्थ थे। LI विशेषताओं पर अतिरिक्त जानकारी, जैसे कि लेन की संख्या और सड़कों की अनुमानित यातायात की मात्रा, रेलवे का ट्रैक गेज, या बिजली लाइनों का वोल्टेज, संभावित प्रभावों के अधिक सूक्ष्म आकलन की अनुमति देगा। उदाहरण के लिए, हमें सभी प्रस्तावित सड़कों को किसी दिए गए क्षेत्र में जैव विविधता को नुकसान पहुंचाने की समान क्षमता रखने वालों के रूप में मानना पड़ा, लेकिन एक विश्लेषण जो दो-लेन अविभाजित हाईवे और चार-

3. स्थानिक विश्लेषण के हमारे क्षेत्रों को कवर करने के लिए प्रस्तावित LI मार्गों के प्रारंभिक आकलन के लिए उपयोग किए गए डेटा और संभावित LI प्रभावों के भविष्य परियोजना विवरण। प्रस्तावित LI परियोजनाओं के हमारे डेटाबेस का निर्माण करने के लिए उपयोग किए

के विश्लेषण की पूर्णता में काफी सुधार करेंगे। LI विशेषताओं पर प्रदान किए गए विवरण की मात्रा के संबंध में काफी भिन्न हैं। कुछ परियोजनाओं के लिए, हम LI साधन से अधिक का पता लगाने में असमर्थ थे। LI विशेषताओं पर अतिरिक्त जानकारी, जैसे कि लेन की संख्या और सड़कों की अनुमानित यातायात की मात्रा, रेलवे का ट्रैक गेज, या बिजली लाइनों का वोल्टेज, संभावित प्रभावों के अधिक सूक्ष्म आकलन की अनुमति देगा। उदाहरण के लिए, हमें सभी प्रस्तावित सड़कों को किसी दिए गए क्षेत्र में जैव विविधता को नुकसान पहुंचाने की समान क्षमता रखने वालों के रूप में मानना पड़ा, लेकिन एक विश्लेषण जो दो-लेन अविभाजित हाईवे और चार-संभावित बड़ी स्थानिक त्रुटि के कारण आवश्यक था जो मोटे पैमाने के मानचित्रों से मैनुअल रूप से डिजिटल बनाए गए थे। इसके अनुसार, यह स्पष्ट नहीं है कि कुछ प्रस्तावित LI मार्ग जैव विविधता संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण क्षेत्रों को सीधे प्रतिच्छेद करेंगे, जैसे कि PAs या जैव विविधता मुख्य क्षेत्र जिनकी हमने इस विश्लेषण में पहचान की है। LI विकास के प्रभाव LI विशेषताओं के भौतिक पदचिह्न से काफी आगे बढ़ते हैं - उदाहरण के लिए, LI विकास की सुविधा पाकर सड़क या रेलवे से कई किलोमीटर दूर अवैध शिकार और अवैध कटाई हो सकती है - और हमारे बफर-आधारित विश्लेषण में LI के इन फैलने वाले द्वितीयक प्रभावों की जैव विविधता पर संभावित प्रभावों को पकड़ने का लाभ मिलता है। हालांकि, प्रस्तावित LI मार्गों पर अधिक सटीक स्थानिक डेटा अधिक स्थानीयकृत LI प्रभावों (जैसे, वन्यजीव-वाहन टकराव,

जब तक विश्लेषण के लिए उपलब्ध है, प्रस्तावित LI मार्गों के प्रारंभिक आकलन के लिए उपयोग किए गए डेटा और संभावित LI प्रभावों के भविष्य परियोजना विवरण। प्रस्तावित LI परियोजनाओं के हमारे डेटाबेस का निर्माण करने के लिए उपयोग किए

के विश्लेषण की पूर्णता में काफी सुधार करेंगे। LI विशेषताओं पर प्रदान किए गए विवरण की मात्रा के संबंध में काफी भिन्न हैं। कुछ परियोजनाओं के लिए, हम LI साधन से अधिक का पता लगाने में असमर्थ थे। LI विशेषताओं पर अतिरिक्त जानकारी, जैसे कि लेन की संख्या और सड़कों की अनुमानित यातायात की मात्रा, रेलवे का ट्रैक गेज, या बिजली लाइनों का वोल्टेज, संभावित प्रभावों के अधिक सूक्ष्म आकलन की अनुमति देगा। उदाहरण के लिए, हमें सभी प्रस्तावित सड़कों को किसी दिए गए क्षेत्र में जैव विविधता को नुकसान पहुंचाने की समान क्षमता रखने वालों के रूप में मानना पड़ा, लेकिन एक विश्लेषण जो दो-लेन अविभाजित हाईवे और चार-संभावित बड़ी स्थानिक त्रुटि के कारण आवश्यक था जो मोटे पैमाने के मानचित्रों से मैनुअल रूप से डिजिटल बनाए गए थे। इसके अनुसार, यह स्पष्ट नहीं है कि कुछ प्रस्तावित LI मार्ग जैव विविधता संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण क्षेत्रों को सीधे प्रतिच्छेद करेंगे, जैसे कि PAs या जैव विविधता मुख्य क्षेत्र जिनकी हमने इस विश्लेषण में पहचान की है। LI विकास के प्रभाव LI विशेषताओं के भौतिक पदचिह्न से काफी आगे बढ़ते हैं - उदाहरण के लिए, LI विकास की सुविधा पाकर सड़क या रेलवे से कई किलोमीटर दूर अवैध शिकार और अवैध कटाई हो सकती है - और हमारे बफर-आधारित विश्लेषण में LI के इन फैलने वाले द्वितीयक प्रभावों की जैव विविधता पर संभावित प्रभावों को पकड़ने का लाभ मिलता है। हालांकि, प्रस्तावित LI मार्गों पर अधिक सटीक स्थानिक डेटा अधिक स्थानीयकृत LI प्रभावों (जैसे, वन्यजीव-वाहन टकराव,

हम इस संलग्नक के भाग II में छह सूक्ष्म-पैमाने के विश्लेषण प्रस्तुत करते हैं जो बताते हैं कि प्रस्तावित LI परियोजनाओं के प्रभावों का आकलन एशिया के भीतर चयनित परिदृश्यों में संरक्षण की चिंता वाली प्रजातियों के लिए कैसे किया जा सकता है।

योगदान

टायलर क्रीच (सेंटर फॉर लार्ज लैंडस्केप कंजर्वेशन [CLLC]) ने स्थानिक विश्लेषण किया और रिपोर्ट का मसौदा तैयार किया। ग्रेस स्टोनसिफर (CLLC) और मैट बेल (वेस्टर्न ट्रांसपोर्टेशन इंस्टीट्यूट-मोंटाना स्टेट यूनिवर्सिटी [WTI]) ने प्रस्तावित LI मार्गों पर डेटा को संकलित और डिजिटाइज़ किया। रॉब एमैट (CLLC/WTI) और टोनी क्लेवेंजर (WTI) ने रिपोर्ट को डिजाइन और समीक्षा करने में मदद की।

डेटा उपलब्धता

इस विश्लेषण के स्थानिक डेटा उत्पाद इस विश्लेषण के साथ जैव विविधता कोर, प्रस्तावित LI मार्ग और PEZs सहित, USAID की विकास डेटा लाइब्रेरी में संग्रहीत हैं।

भाग II: चयनित एशियाई परिदृश्यों में संभावित LI प्रभावों का सूक्ष्म पैमाने पर विश्लेषण

मोटे पैमाने के विश्लेषण जैसे कि इस संलग्नक के भाग I में प्रस्तुत किए गए थे, सामान्य क्षेत्रों की पहचान करने के लिए उपयोगी हैं जहां प्रस्तावित LI से जैव विविधता पर प्रभाव महत्वपूर्ण हो सकता है। फिर भी इन विश्लेषणों में आमतौर पर विस्तार के स्तर और स्थानिक रिजोलुशन की कमी होती है जो कि प्रजातियों या संरक्षण संबंधी चिंता वाले पारिस्थितिक तंत्र पर व्यक्तिगत LI परियोजनाओं के संभावित प्रभावों का पर्याप्त रूप से आकलन करने के लिए आवश्यक है। भाग II असुरक्षित प्रजातियों या टैक्सा के मूल सूक्ष्म विश्लेषण के छह उदाहरण प्रदान करता है जो इस रिपोर्ट के लिए संचालित किए गए थे और प्रस्तावित LI विकास परियोजनाओं के संभावित प्रभावों को उजागर करते हैं। ये विश्लेषण तीव्र आकलन हैं जो उपलब्ध जैविक और LI डेटा का उपयोग करके कम समय सीमा में पूरे किए गए थे। वे स्थानीय गैर-सरकारी संगठन (NGO) भागीदारों के सहयोग से आयोजित किए गए थे जो वन्यजीव दुर्लभता विश्लेषण, वन्यजीवों के लिए सुरक्षा के लिए, जो बांसाहाई, खुदा, सुनगाई, पक्षियों, तर्पेदाइनस और अन्य प्रजातियों पर ध्यान केंद्रित करते हैं। वे तीनों साधन (सड़क, रेलवे और बिजली लाइन) की LI परियोजनाओं और नए मार्गों और मौजूदा मार्गों में सुधार दोनों पर विचार करते हैं। विश्लेषण भौगोलिक दृष्टि से भी विविध हैं, जिनमें दक्षिण, दक्षिणपूर्व, पूर्व और मध्य एशिया के अध्ययन क्षेत्र शामिल हैं। वे कई प्रकार के जैविक डेटा (जैसे, वन्यजीव टेलीमेट्री, रोडकिल सर्वेक्षण, जनसंख्या घनत्व अनुमान और वन्यजीव गलियारे के नक्शे) और विभिन्न स्थानिक विश्लेषण विधियों पर निर्भर करते हैं। असुरक्षित प्रजातियों पर कई हाई-प्रोफाइल LI परियोजनाओं के संभावित प्रभावों को चिह्नित करने के अलावा, ये सूक्ष्म पैमाने के विश्लेषण इस बात का उदाहरण पेश करते हैं कि भविष्यदर्शी स्थानिक विश्लेषणों के उपयोग से सुरक्षा के अवसरों को पहचानने की संझ में सीमाओं को कम किया जा सकता है, लेकिन हम भाग II के समापन पर सभी विश्लेषणों में प्रमुख निष्कर्षों का एक संक्षिप्त संश्लेषण प्रस्तुत करते हैं।

विश्लेषण 1: हिम तेंदुओं पर मंगोलिया में प्रस्तावित पक्की सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव

हिम तेंदुआ एक शीर्ष स्तर का शिकारी और मध्य और दक्षिण एशिया के उच्च पर्वतीय पारिस्थितिक तंत्र के स्वास्थ्य का संकेतक है। निवास स्थान के नुकसान, अवैध शिकार और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के कारण हिम तेंदुओं की आबादी ऐतिहासिक स्तरों से कम हो गई है। मंगोलिया में हिम तेंदुओं की दूसरी सबसे बड़ी आबादी है— प्रजातियों की शृंखला के भीतर 12 एशियाई देशों, और ग्लोबल स्नो लेपर्ड इकोसिस्टम प्रोटेक्शन प्रोग्राम द्वारा पहचाने गए तीन प्राथमिकता वाले परिदृश्य में से लगभग 1,000 हिम तेंदुए मंगोलिया में हैं (WWF, 2015)। मंगोलिया के लिए हाल ही में प्रकाशित सर्वेक्षण के आंकड़ों से पता चलता है कि देश के हिम तेंदुओं की आबादी अब स्थिर है

(Bayandonoi et al., 2021), संभवतः अवैध शिकार विरोधी गश्ती दल, पशुधन क्षतिपूर्ति कार्यक्रम और सार्वजनिक शिक्षा अभियान जैसे संरक्षण प्रयासों के कारण।

संरक्षण की इस सफलता के बावजूद, मंगोलिया के हिम तेंदुओं को अभी भी कई खतरों का सामना करना पड़ रहा है, और LI विकास सबसे महत्वपूर्ण खतरों में से एक है। मंगोलिया खनिजों और अन्य निष्कर्षण संसाधनों में समृद्ध है, और इन संसाधनों को चीन और रूस के पड़ोसी देशों तक पहुंचाने के लिए एक प्रमुख सड़क और रेलवे नेटवर्क विकसित किया जा रहा है। मंगोलिया के ~50,000-km के सड़क नेटवर्क का केवल 13 प्रतिशत ही पक्का है, और बाजारों तक पहुंच बढ़ाने और निवासियों के लिए कनेक्टिविटी और सुरक्षा में सुधार के लिए सड़क नेटवर्क में और अधिक उन्नयन करने का प्रस्ताव रखा गया है (ADB, 2018a)। मंगोलिया के सस्टेनेबल डेवलपमेंट विजन 2030 में डामर सड़कों को लगभग 3,000 km तक विस्तारित करने और अंतरराष्ट्रीय और घरेलू यात्रा में सहायता करने और कृषि, औद्योगिक और खनन क्षेत्रों की सेवा के लिए कई नए रेलवे का निर्माण करने का आह्वान किया गया है (Government of Mongolia, 2016)। हिम तेंदुओं की आबादी को नुकसान पहुंचा सकता है। सबसे पहले, LI हिम तेंदुए के आवास के क्षरण और विखंडन का कारण बन सकता है। हिम तेंदुए मानव गतिविधि के क्षेत्रों से दूर रहते हैं (Wolf & Ale, 2009), और नई सड़कों और रेलवे से अक्सर स्थानीय मानव जनसंख्या घनत्व में वृद्धि होती है। प्राकृतिक आवास का कृषि भूमि में परिवर्तन हो सकता है क्योंकि किसान परिवहन में आसानी के लिए सड़कों या रेलवे के पास भूमि खरीदते हैं (Diener & Batjav, 2019)। विस्तारित और बेहतर रैखिक अवसंरचना से नए क्षेत्रों में प्राकृतिक संसाधन निष्कर्षण की सुविधा भी मिल सकती है, जो तब हिम तेंदुओं के आवास के रूप में कम उपयुक्त हो सकता है। पक्की सड़कों और रेलवे हिम तेंदुओं की आवाजाही में बाधा के रूप में भी काम कर सकते हैं, जिससे जीन प्रवाह और जलवायु परिवर्तन के अनुकूलन के लिए आवश्यक आवास पट्टी के बीच आवाजाही में रुकावट आ सकती है (Snow Leopard Network, 2014)। बंद और इसके साथ जुड़े भूमि उपयोग में बदलाव के परिणामस्वरूप मानव द्वारा हिम तेंदुओं की प्रत्यक्ष हत्या हो सकती है। हिम तेंदुओं को उनके चमड़ों और हड्डियों और शरीर के अन्य अंगों के लिए पारंपरिक दवाइयों के रूप में इस्तेमाल किया जाता है (Wingard & Zahler, 2006)। वे पशुधन के नुकसान के प्रतिशोध में भी मारे जाते हैं (Jackson & Wangchuk, 2001)। तीसरा, नई सड़कों और रेलवे के साथ मानव उपस्थिति और भूमि उपयोग का विस्तार हिम तेंदुओं के शिकार (prey) की उपलब्धता को कम कर सकता है। हिम तेंदुआ उन क्षेत्रों पर कब्जा कर लेता है जहां अनगिनत शिकार की घनी आबादी होती है, और इन शिकार आबादियों को अवैध शिकार, पशुधन के साथ प्रतिस्पर्धा, या कृषि विकास से जुड़े आवास के क्षरण के कारण परिवहन गलियारों के पास कम कर दिया जा सकता है (WWF, 2015)। यहां, हम मंगोलिया में हिम तेंदुओं और प्रस्तावित LI के बीच संघर्ष के संभावित क्षेत्रों का तीव्र आकलन प्रस्तुत करते हैं। हमारा उद्देश्य प्रस्तावित पक्की सड़कों और रेलवे द्वारा देश के हिम तेंदुए की आबादी के लिए खतरे की भयावहता और भौगोलिक विस्तार को चिह्नित करना और उन क्षेत्रों को उजागर करना है जहां सबसे गंभीर प्रभावों से बचने के लिए कार्रवाई की आवश्यकता है।

तरीके

हमने प्रस्तावित LI के मार्गों को स्थानिक रूप से हिम तेंदुओं के कब्जे वाली आवास पट्टियों और आवास पट्टियों के बीच आवाजाही करने वाले हिम तेंदुओं के लिए अनुमानित वितरण मार्गों के साथ ओवरले किया। हमने Wildlife Conservation Society के मंगोलिया प्रोग्राम से प्रस्तावित पक्की सड़कों और प्रस्तावित रेलवे (वर्तमान में निर्माणाधीन भी शामिल है) पर स्थानिक डेटा प्राप्त किए। हमने वर्ल्ड वाइड फंड फॉर नेचर्स मंगोलियाई प्रोग्राम से हिम तेंदुओं के कब्जे वाली आवास पट्टी और फैलाव गलियारों पर स्थानिक डेटा प्राप्त किए। ये हिम तेंदुआ डेटा हाल

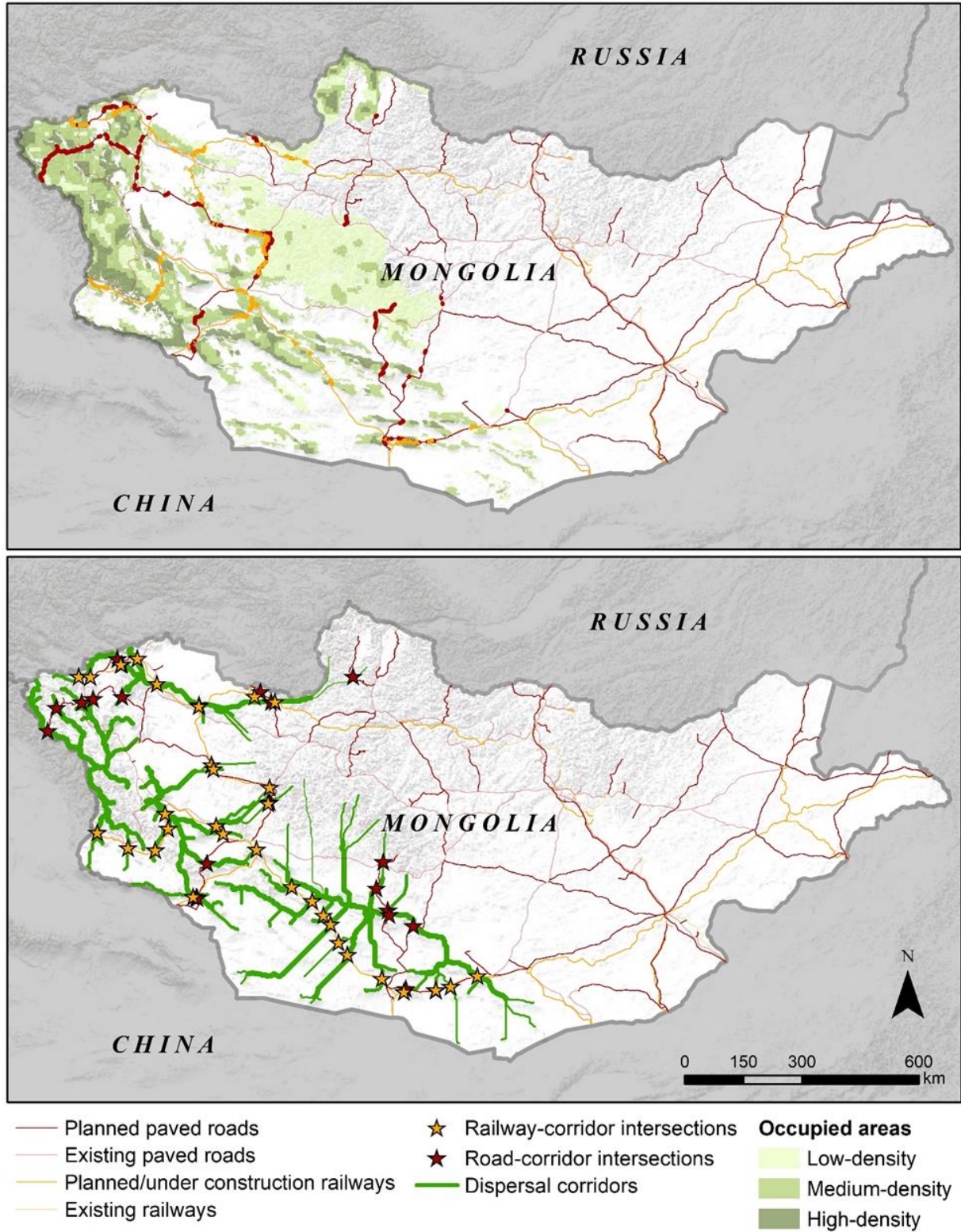
ही में एक बहु-वर्षीय, राष्ट्रव्यापी जनसंख्या आकलन के दौरान तैयार किया गया था, जिसने मंगोलिया में हिम तेंदुओं के स्थानिक वितरण और घनत्व का अनुमान लगाया था (Bayandono et al., 2021)। आकलन ने हिम तेंदुओं के घनत्व का एक स्तरीकृत नक्शा बनाने के लिए चिह्न-आधारित ऑक्यूपेंसी सर्वेक्षण और कैमरा-आधारित कैप्चर-रिकैप्चर विधियों का उपयोग किया, जो आवास को उच्च-, मध्यम- और निम्न-घनत्व की श्रेणियों में वर्गीकृत करता है। इसमें स्थलाकृति और मानव उपस्थिति जैसी परिदृश्य विशेषताओं के आधार पर पृथक हिम तेंदु क्षेत्रों के बीच इष्टतम फैलाव वाले गलियारों की भविष्यवाणी करने के लिए कम लागत वाले पथ मॉडल का भी उपयोग किया गया। हिम तेंदुओं के फैलाव (यानी, फैलाव के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्रा) के लिए गलियारों को उनकी लागत-प्रभावशीलता के आधार पर वर्गीकृत किया गया। प्रस्तावित LI की क्षमता की मात्रा निर्धारित की है: (1) हमने प्रस्तावित पक्की सड़कों और रेलवे की कुल लंबाई की गणना की जो संभावित आवास क्षरण के अनुमान के रूप में प्रत्येक घनत्व श्रेणी के कब्जे वाले हिम तेंदुओं के आवास को काटेगा; और (2) हमने संभावित कनेक्टिविटी के नुकसान के अनुमान के रूप में प्रस्तावित पक्की सड़कों या रेलवे और कम से कम लागत वाले फैलाव गलियारों के बीच कटान बिंदुओं की संख्या की गणना की। हमने संभावित संरक्षण की चिंता वाले इन स्थानों के दृश्य की कल्पना करने में मदद के लिए दोनों प्रकार के चौराहों के मानचित्र बनाए। Pas से LI परियोजनाओं में सुरक्षा उपायों का अधिक आश्वासन मिल सकता है, इसीलिए हमने यह भी निर्धारित किया है कि प्रस्तावित LI और कब्जे वाले हिम तेंदुओं के आवास के बीच के कटान PAs के भीतर हैं या नहीं, जैसा कि संरक्षित क्षेत्रों पर विश्व ~~वैशेषता~~ द्वारा परिभाषित किया गया है (UNEP-WCMC & IUCN, 2021)।

प्रस्तावित LI का 1,900 km से अधिक हिस्सा मंगोलिया में कब्जे वाले हिम तेंदु के आवास को काटेगा, जिसमें पक्की सड़कें और रेलवे प्रत्येक का कुल लगभग आधा हिस्सा होगा (तालिका 9)। कटान के इन क्षेत्रों में से अधिकांश मध्यम-घनत्व वाले आवास के भीतर स्थित हैं, लेकिन लगभग 370 km उच्च घनत्व वाले आवास के भीतर हैं, जहां हिम तेंदुओं पर विशेष रूप से गंभीर प्रभाव पड़ सकता है। हालांकि कई कटान वाले क्षेत्र कब्जे वाली आवास पट्टी (उदाहरण के लिए, घाटी की तलहटी के पास) के किनारों के समानांतर होते हैं, प्रस्तावित LI कई स्थानों पर कब्जे वाले आवास को बीच से काटेगा (चित्र 11)। उत्तर-पश्चिमी और दक्षिणी मंगोलिया के बीच अल्ताई पहाड़ों में फैले लगभग निरंतर कब्जे वाले आवास की एक लंबी पट्टी को दो प्रस्तावित पक्की सड़कों (दयान-उलगी शहर की सड़क और अल्ताई शहर-बुगाट-बर्गस्टाई सड़क) और दो प्रस्तावित रेलवे (अल्ताई शहर-बर्गस्टाई रेलवे) और (अल्ताई शहर-बुलगन रेलवे) द्वारा विभाजित किया जाएगा। ये विकास इस निरंतर आवास पट्टी को कई छोटे पट्टी में प्रस्तावित LI का लगभग 200 km (10 प्रतिशत) कब्जे वाले हिम तेंदुओं के आवास के भीतर PAs के भीतर होगा, जिसमें शामिल हैं: अल्ताई तवन बोगड नेशनल पार्क में मध्यम घनत्व के कब्जे वाले आवास के भीतर 56 km प्रस्तावित पक्की सड़क; मयंगन उगलजात नेशनल पार्क में मध्यम और निम्न घनत्व वाले आवास के भीतर प्रस्तावित रेलवे का 37 km; इख बोगड उल नेशनल पार्क में उच्च और मध्यम घनत्व वाले आवास के भीतर प्रस्तावित पक्की सड़क के 28 km; और खार-उस नूर नेशनल पार्क में उच्च और मध्यम घनत्व वाले आवास में 16 km प्रस्तावित सड़क। प्रस्तावित LI 59 स्थानों में अनुमानित फैलाव गलियारों को काटेगा (तालिका 9), जिनमें से कई उच्चतम लागत-प्रभावशीलता श्रेणी में गलियारों के पास स्थित हैं, जिनके फैलाव के लिए सबसे अधिक उपयोग किए जाने की संभावना है। यदि हिम तेंदु इन गलियारों के पास नई पक्की सड़कों और रेलवे को आवाजाही बाधाओं के रूप में देखते हैं, तो कई छोटी कब्जे वाले आवास पट्टी बड़े हिम तेंदु के मेटापॉपुलेशन से अलग हो सकते हैं। प्रस्तावित LI विशेषताओं में आवास के क्षरण की सबसे बड़ी संभावना है, जरूरी नहीं कि वे वही विशेषताएं हों जिनमें कनेक्टिविटी के नुकसान की सबसे बड़ी क्षमता हो; उदाहरण के लिए, दक्षिणी मंगोलिया में प्रस्तावित अल्ताई शहर-

गुरवंतेस-दलनज़ादगड शहर रेलवे अपेक्षाकृत कम कब्जे वाले आवास को काटेगा लेकिन यह 11 फैलाव गलियारों को विभाजित करेगा।

तालिका 9: प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना (पक्की सड़कें और रेलवे) और हिम तेंदुए के कब्जे वाले क्षेत्रों और संभावित फैलाव गलियारों के बीच अतिच्छादन का विस्तार

तालिका 9: प्रस्तावित रैखिक अवसंरचना (पक्की सड़कें और रेलवे) और हिम तेंदुए के कब्जे वाले क्षेत्रों और संभावित फैलाव गलियारों के बीच अतिच्छादन का विस्तार		कब्जे वाले क्षेत्र के साथ कटान की लंबाई (KM)			
प्रस्तावित LI प्रकार	फैलाव गलियारों के साथ कटान	कम घनत्व वाली पट्टी	मध्यम घनत्व वाली पट्टी	उच्च घनत्व वाली पट्टी	सभी पट्टी
पक्की सड़क	25	284.3	488.4	204.5	977.2
रेलवे	34	208.0	561.5	164.0	933.5



चित्र 11: हिम तेंदुओं और प्रस्तावित पक्की सड़कों और रेलवे के बीच संभावित संघर्ष के क्षेत्र। शीर्ष पैनल: प्रस्तावित LI और हिम तेंदुओं के कब्जे वाले क्षेत्रों के बीच अतिच्छादन। प्रस्तावित LI विशेषताओं के भाग जो अधिग्रहित क्षेत्रों पर अतिच्छादित होते हैं उन्हें मोटी रेखाओं से

दिखाया गया है। *निचला पैनाल*: हिम तेंदुओं के लिए प्रस्तावित LI और संभावित फैलाव गलियारों के बीच के कटान बिंदु। मोटी हरी रेखाएं उन गलियारों को दर्शाती हैं जो हिम तेंदुओं की आवाजाही के लिए अधिक योग्य हैं।

चर्चा

हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि प्रस्तावित LI में मंगोलिया के भीतर हिम तेंदुओं को नकारात्मक रूप से प्रभावित करने की क्षमता है। नई पक्की सड़कें और रेलवे, यदि प्रस्तावित के रूप में पूरा हो जाते हैं, तो कई दूरदराज के क्षेत्रों को काट दिया जाएगा जो वर्तमान में हिम तेंदुओं के अपेक्षाकृत उच्च घनत्व और मध्यम या कम घनत्व वाले कई क्षेत्रों की सहायता करते हैं। हिम तेंदुओं और उनके आवास पर LI के विकास का प्रभाव इस बात पर निर्भर करेगा कि किस हद तक बेहतर और विस्तारित LI के परिणामस्वरूप मानव दबाव में वृद्धि हुई है, जैसे कि नए खनन विकास, बसे हुए कृषि, अवैध शिकार, और शिकार की कमी। यह अनुमान लगाना मुश्किल है कि ये दबाव कितने तीव्र होंगे, लेकिन मंगोलिया में पिछले सड़क सुधारों के बाद मानव प्रवास और पक्की सड़कों से बाद में बसावट हुआ है (Diener & Batjav, 2019), और इस प्रवृत्ति के जारी रहने की अपेक्षा करना उचित प्रतीत होता है। हिम तेंदुओं और अन्य वन्यजीवों के लिए LI सुरक्षा उपायों को लागू करने के अवसर प्रस्तावित पक्की सड़कों और रेलवे के उन वर्गों के लिए सबसे बड़े हो सकते हैं जो नेशनल पार्कों और अन्य RAs से गुजरते हैं जो विशेष रूप से मंगोलिया के हिम तेंदुओं के मेटापोपुलेशन की कनेक्टिविटी पर प्रस्तावित LI के प्रभाव भी काफी हो सकते हैं, हमारे वन्यजीव आबादी के संरक्षण के लिए प्रबंधित होते हैं।

विश्लेषण से संकेत मिलता है कि निवास स्थान पट्टी के बीच कई अनुमानित फैलाव गलियारों को एक नई पक्की सड़क या एक नए रेलवे द्वारा विभाजित किया जा सकता है। इन LI विशेषताओं से हिम तेंदुओं की आवाजाही में बाधा उत्पन्न होने से कनेक्टिविटी के नुकसान की संभावना अधिक होगी, लेकिन यह सड़कों और रेलवे की विशिष्ट विशेषताओं और हिम तेंदुओं की प्रतिक्रिया पर निर्भर कर सकता है। उदाहरण के लिए, सड़क की चौड़ाई और यातायात की मात्रा कई वन्यजीव प्रजातियों के लिए सड़क पार करने के आचरण के महत्वपूर्ण निर्धारक हैं (Jacobson et al., 2016), लेकिन यह अच्छी तरह से समझा नहीं गया है कि ये कारक हिम तेंदुओं के सड़क पार करने के आचरण को कैसे प्रभावित करते हैं। इसी तरह, सड़कों और रेलवे के किनारे बाड़ लगाना कई प्रजातियों के लिए आवाजाही में एक मजबूत बाधा प्रस्तुत करता है (McInturff et al., 2020)। वर्तमान मानकों के लिए मंगोलिया में रेलवे के पास कांटेदार तार की बाड़ लगाने की आवश्यकता है, और इन बाड़ों ने गतिशीलता को कम कर दिया है और खानाबदोश खुरदार स्तनपाई जीवों जैसे खुलन, गोइर्ट्स गज़ेल और मंगोलियाई गज़ेल की मृत्यु दर (इनटेंगलमेंट के माध्यम से) में वृद्धि हुई है (Batsaikhan et al., 2014)। खुरदार स्तनधारियों की आबादी पर ये नकारात्मक प्रभाव मंगोलिया के हिम तेंदुओं की उनके शिकार आधार को कम करके प्रभावित कर सकते हैं। हालांकि, यह स्पष्ट है कि हिम तेंदुओं के प्रभाव की सबसे अधिक संभावना है, लेकिन हिम तेंदुओं के जोखिम को पूरी तरह से समझने के लिए नहीं है कि रेलवे बाड़ लगाने से हिम तेंदुओं के लिए आवाजाही में बाधा आता है या प्रत्यक्ष मृत्यु जोखिम होता है। इन स्थानों में अधिक विस्तृत अनुवर्ती अध्ययन की आवश्यकता होगी। हिम तेंदुओं की मौजूदगी और घनत्व, मानवजनित दबाव, और प्रस्तावित सड़कों और रेलवे की विशेषताओं के बारे में अधिक व्यापक और स्थानीय आकलन की अनुमति देगा, जो हिम तेंदुओं पर LI विकास के प्रभावों को कम करने के लिए प्रभावी रणनीति तैयार करने के लिए महत्वपूर्ण होगा।

मंगोलिया ने अभी तक अपने उभरते सस्टेनेबल डेवलपमेंट विजन 2030 कार्यक्रम में किसी भी सड़क या रेलवे परियोजना में वन्यजीव क्रॉसिंग जैसे शमन उपायों को अब भी शामिल करना बाकी है। ओयू-टोलगोई खदान से चीनी सीमा तक एक नई सड़क के लिए एक सूक्ष्म पैमाने के आकलन और शमन सिफारिशों को खुलन, अर्गली, गोइर्ट्स गज़ेल और मंगोलियाई गज़ेल पर प्रभाव को कम करने के लिए तैयार किया गया था; हालांकि, हमारी जानकारी के अनुसार, इन उपायों को लागू नहीं किया गया है (Huijser et al., 2013)। उबड़-खाबड़ इलाकों और अपने कब्जे वाले क्षेत्रों की जलवायु परिस्थितियों के कारण हिम तेंदुए LI प्रभावों को कम करने के लिए एक अनूठी चुनौती पेश

करते हैं। पहाड़ी वातावरण में कई LI परियोजनाएं माल ढुलाई करने वाली रेलवे के लिए दो प्रतिशत या उससे कम के आवश्यक ग्रेड को प्राप्त करने के लिए सुरंगों और बड़े पूल (वायडक्ट्स) का उपयोग करती हैं। ये विशेषताएं वन्यजीवों के लिए LI प्रभावों को कम करने का सबसे प्रभावी साधन हैं क्योंकि वे आवास में बदलाव नहीं करते हैं (Clevenger & Huijser, 2011)। यह सुनिश्चित करना महत्वपूर्ण होगा कि हिम तेंदुओं की आबादी को जोड़े रखने और प्रभाव को कम से कम रखने के लिए ये विशेषताएं सही ढंग से स्थित हैं।

योगदान

चिमेडोर्ज बुयाना (Chimeddorj Buyanaa) और गंतुल्गा बायांडोनोई (Gantulga Bayandonoi) (WWF मंगोलिया) ने हिम तेंदुओं के घनत्व और फैलाव गलियारों पर स्थानिक डेटा प्रदान किया और इस रिपोर्ट को तैयार करने में योगदान दिया। बूवेबतार बायारबतार (Buuveibatar Bayarbaatar) और नरंगुआ बातदोर्ज (Narangua Batdorj) (WCS मंगोलिया) ने प्रस्तावित सड़कों और रेलवे पर स्थानिक डेटा प्रदान किया। टायलर क्रीच (CLLC) ने स्थानिक विश्लेषण किया और रिपोर्ट का मसौदा तैयार किया। रॉब एमेंट (CLLC/WTI) और टोनी क्लेवेंजर (WTI) ने भी रिपोर्ट में योगदान दिया।

विश्लेषण 2: नेपाल के तराई आर्क लैंडस्केप में बाघों पर सड़क और रेल विकास के संभावित प्रभाव

तराई आर्क लैंडस्केप (TAL) भारत-नेपाल सीमा के पास एक ~50,000-km² का जंगलों, घास के मैदानों और आर्द्रभूमि का क्षेत्र है जो अपनी उच्च जैव विविधता और करिश्माई और लुप्तप्राय मेगाफौना जैसे हाथी, गैंडा और बाघ की उपस्थिति के कारण वैश्विक संरक्षण प्राथमिकता है। TAL के प्राकृतिक आवासों ने ऐतिहासिक रूप से बाघों और उनके शिकार की सन्निहित, उच्च घनत्व वाली आबादी को सहारा दिया है, लेकिन अधिकांश परिदृश्य को मानव भूमि उपयोग में परिवर्तित कर दिया गया है, और बाघ अब PAs के भीतर अपेक्षाकृत पृथक उप-आबादी में पाए जाते हैं (Thapa et al., 2017)। बाघों और अन्य व्यापक प्रजातियों को केवल PAs के माध्यम से संरक्षित नहीं किया जा सकता है; बाघों की आनुवंशिक विविधता और जनसंख्या स्वास्थ्य को बनाए रखने के लिए उप-आबादी के बीच फैलाव और मौसमी गतिविधियां आवश्यक हैं (Thatte et al., 2018)। इस आवश्यकता को स्वीकार करते हुए, नेपाल और भारत ने 2004 में दोनों देशों में PAs के बीच आवास संबंधों को संरक्षित करने के लिए TAL के लिए एक परिदृश्य-स्तरीय संरक्षण दृष्टिकोण अपनाया। हालांकि, इस क्षेत्र में तेजी से LI विकास, विशेष रूप से नेपाल में, अनुप्राणित आबादी को आवास के साथ पूर्व दृश्य निबंधन और बाघों से कम नेपाल में लुप्तप्राय में वृद्धि के कारण विशेष रूप से बाघों के दृष्टिकोण से चिंता का कारण बन रहा है (DNPWC & DoFSC, 2018)। प्रस्तावित नई 945-km विद्युतीकृत रेलवे है, जिसमें से अब तक TAL की पूर्वी सीमा पर केवल एक छोटा सा भाग पूरा हुआ है। 1,028-km लंबा महेंद्र हाईवे नेपाल का सबसे लंबा मौजूदा हाईवे है और इसे दो-लेन अविभाजित हाईवे से विभिन्न खंडों में चार-लेन विभाजित हाईवे में विकसित किया जा रहा है। इस मार्ग का लगभग 200-km का भाग जो पारसा नेशनल पार्क को दो बराबर भागों में बांटता है और चितवन नेशनल पार्क की सीमा बनाता है, आंशिक रूप से निर्माणाधीन है और नेपाल के TAL में सबसे महत्वपूर्ण बाघ निवासों में से एक को खंडित करेगा (DNPWC, 2016)। सबसे हालिया सर्वेक्षण के अनुसार चितवन-परसा समूह में 111 बाघ हैं (DNPWC & DoFSC, 2018)। 1,792-km लंबा पोस्टल हाईवे 1930 के दशक में बनी एक मौजूदा धूल युक्त सड़क के मार्ग के पास बनी एक पक्की दो लेन की सड़क है, और अब तक इसकी लंबाई का लगभग 60 प्रतिशत तक का निर्माण पूरा हो चुका है। यहां, हम TAL बाघों की आबादी पर इन LI विशेषताओं के निर्माण और उन्नयन के संभावित प्रभावों का एक सरल स्थानिक विश्लेषण करते हैं। हमने TAL में बाघ संरक्षण के लिए LI मार्गों को चार प्रकार के प्राथमिकता वाले क्षेत्रों से ओवरले किया है: PAs, PAs के आसपास के बफर ज़ोन, PAs के बीच वनाच्छादित गलियारे, और उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्र। हमने संरक्षित क्षेत्रों पर विश्व डेटाबेस से PAs और बफर ज़ोन पर स्थानिक डेटा प्राप्त किया (UNEP-WCMC & IUCN, 2021), जिसमें पांच PAs (बांके, बर्दिया, चितवन, परसा और शुक्लफांटा नेशनल पार्क) शामिल थे और प्रत्येक PAs के आसपास एक बफर ज़ोन स्थापित किया गया था। हमने WWF-नेपाल से नेपाल के भीतर नौ वनाच्छादित गलियारों पर स्थानिक डेटा प्राप्त किया, जो TAL में बाघों की उप-आबादी को जोड़ता है, जिसमें वे गलियारे भी शामिल हैं जो नेपाल में उप-आबादी को भारत में सीमा पार से जोड़ते हैं। हमने 2018 के राष्ट्रव्यापी बाघ सर्वेक्षण से बाघ घनत्व पर Department of National Parks and Wildlife Conservation (DNPWC) से स्थानिक डेटा प्राप्त किया, जिसमें नेपाल में सभी बाघों की उपस्थिति वाले PAs और आसपास के जंगलों को शामिल करते हुए 2x2 km ग्रिड सेल के भीतर बाघ घनत्व का अनुमान लगाने के लिए कैमरा ट्रैपिंग का उपयोग किया गया था (DNPWC & DoFSC, 2018)। हमने निरंतर बाघ घनत्व के अनुमानों को उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्रों के एक समूह में बाघों की आबादी के लिए प्रमुख स्थानों के रूप में उप-आबादी वाले क्षेत्रों में विशेषताओं और सेवा के बैच मार्गों के शीर्ष पूर्व-गड्डि में बाघों के घनत्व के लिए ग्रिड सेल के हाईवे। एनपीएचए के नेपाल से इन LI विशेषताओं के मार्गों के लिए

स्थानिक डेटा प्राप्त किया। मार्ग लेखन के समय उपलब्ध सर्वोत्तम जानकारी पर आधारित थे, लेकिन प्रस्तावित नए निर्माण के कुछ भागों के लिए मार्ग संरेखण को अभी भी अंतिम रूप दिया जा रहा है (अर्थात, प्रस्तावित पूर्व-पश्चिम रेलवे का एक भाग चितवन नेशनल पार्क के उत्तर में पुनः मार्गित), और इसलिए प्रस्तावित नए मार्गों को अनुमानित माना जाना चाहिए। LI मार्गों के कुछ भाग पहले ही निर्मित या विकसित किए जा चुके हैं, लेकिन इन भागों की पहचान करने के लिए हमारे पास विश्वसनीय जानकारी का अभाव था, इसलिए हमने अपने विश्लेषण में सभी मार्गों की पूरी लंबाई को शामिल करने का विकल्प चुना ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि सभी संभावित खतरों पर विचार किया गया है। हमने प्रत्येक प्रकार के बाघ संरक्षण प्राथमिकता वाले क्षेत्र (PA, बफ़र ज़ोन, गलियारा, या उच्च बाघ घनत्व क्षेत्र) को काटते हुए प्रत्येक LI विशेषता की लंबाई की गणना उस विशेषता से उत्पन्न खतरे के अनुमान के रूप में की। हमने उन स्थानों को उजागर करने के लिए कटान बिंदुओं के इन क्षेत्रों का मानचित्रण किया जहां नए निर्माण और LI में उन्नयन योजना के अनुसार और पर्याप्त शमन उपायों के बिना आगे बढ़ने पर बाघों पर सबसे गंभीर प्रभाव होने की उम्मीद है।

प्रस्तावित LI मार्ग के 800 km से अधिक बाघ संरक्षण के लिए प्राथमिकता वाले क्षेत्रों को काटते हैं और इन स्थानों में नए निर्माण या उन्नयन होने पर बाघों की आबादी पर नकारात्मक प्रभाव पड़ सकता है (तालिका 10, चित्र 12)। महेन्द्र हाईवे बाघ संरक्षण के लिए प्राथमिकता वाले क्षेत्रों के साथ कटान की सबसे अधिक लंबाई (319 km) वाली LI विशेषता है, हालांकि पोस्टल हाईवे (270 km) और पूर्व-पश्चिम रेलवे (215 km) के बड़े हिस्से भी प्राथमिकता वाले क्षेत्रों को काटते हैं।

LI विशेषताओं के मार्ग आम तौर पर PAs से बचते हुए तय किए गए हैं, लेकिन ऐसे कई क्षेत्र हैं जहां वे PAs को काटते हैं: पोस्टल हाईवे पश्चिमी चितवन नेशनल पार्क को काटता है; महेन्द्र हाईवे पश्चिमी बर्दिया नेशनल पार्क और परसा नेशनल पार्क से होकर गुजरता है; और पोस्टल हाईवे, महेन्द्र हाईवे और पूर्व-पश्चिम रेलवे, सभी शुक्लफांटा नेशनल पार्क से होकर गुजरते हैं।

प्रस्तावित LI विकास से अधिकांश संभावित प्रभाव क्षेत्र PAs और उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्रों के बाहर, बफ़र ज़ोन और वन गलियारों के भीतर मौजूद होते हैं। LI की विशेषताएं आम तौर पर उच्चतम अनुमानित बाघ घनत्व वाले क्षेत्रों से बचती हैं, लेकिन दो उल्लेखनीय अपवाद हैं: महेन्द्र हाईवे उत्तर-पश्चिम बर्दिया नेशनल पार्क में एक उच्च घनत्व वाले क्षेत्र से होकर गुजरता है, और पोस्टल हाईवे दक्षिणी चितवन नेशनल पार्क में कई उच्च-घनत्व वाले क्षेत्रों को काटता है।

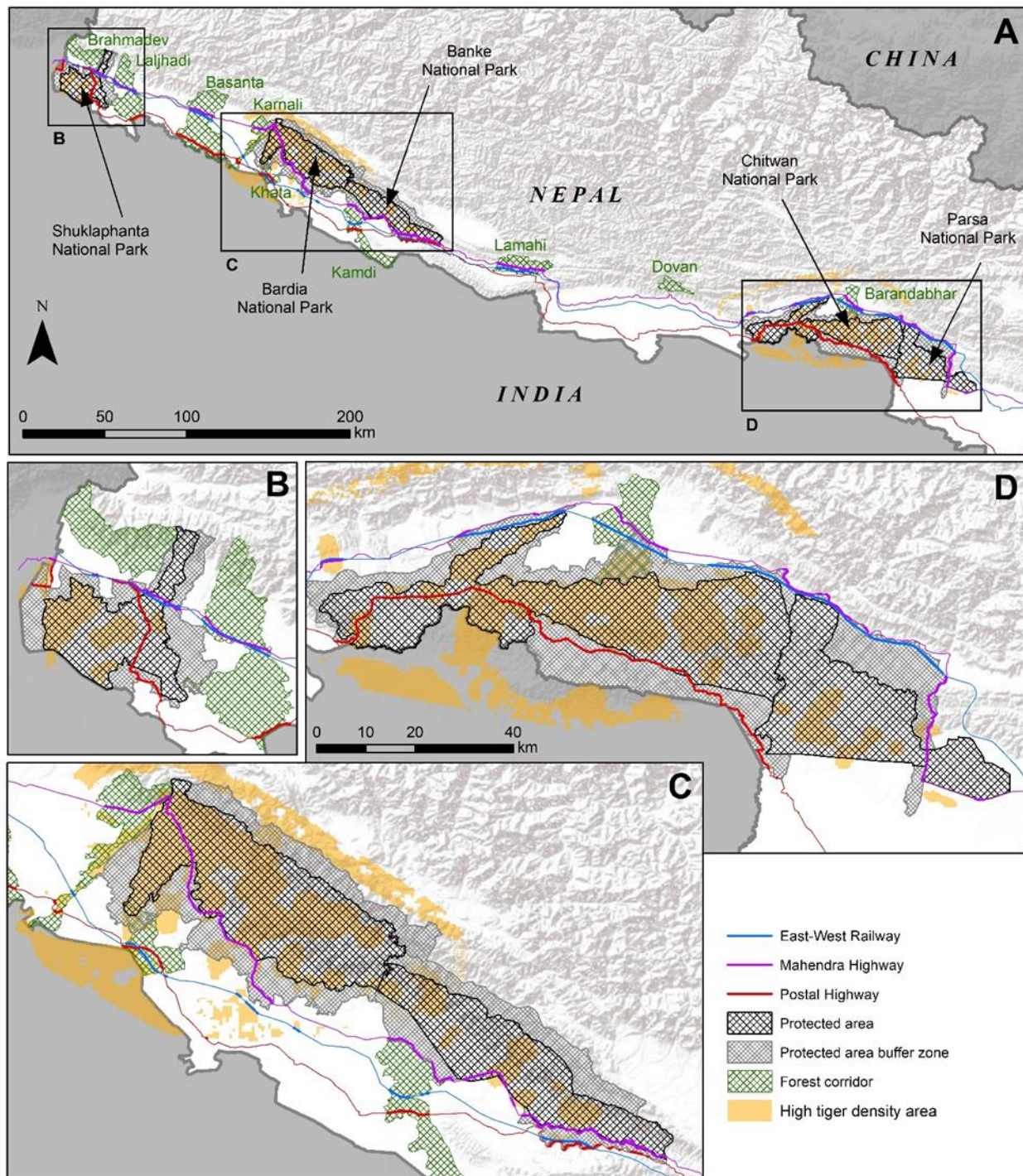
PAs के आस-पास के बफ़र ज़ोन कम से कम एक LI विशेषता और कई मामलों में कई विशेषताओं से कटते हैं। शुक्लफांटा नेशनल पार्क के आसपास का बफ़र ज़ोन महेन्द्र हाईवे, पूर्व-पश्चिम रेलवे और पोस्टल हाईवे से कटता है। बांके-बरदिया कॉम्प्लेक्स बफ़र ज़ोन महेन्द्र हाईवे से और कुछ हद तक पूर्व-पश्चिम रेलवे और पोस्टल हाईवे से अपने बाहरी किनारे पर कटता है। चितवन-परसा कॉम्प्लेक्स बफ़र ज़ोन पोस्टल हाईवे से और कुछ हद तक पूर्व-पश्चिम रेलवे और महेन्द्र हाईवे से अपने बाहरी किनारे पर कटता है।

शायद प्रस्तावित LI का सबसे गंभीर संभावित प्रभाव नेपाल और भारत में PAs को जोड़ने वाले नौ वनाच्छादित गलियारों पर पड़ता है। करनाली, बसंता और लालझड़ी गलियारों में से प्रत्येक सभी तीनों LI विशेषताओं से जुड़े हुआ है। खाता, लमही, बरंदाभर, और कामदी गलियारों में से प्रत्येक दो LI विशेषताओं के कटता है, जिनमें कामदी गलियारे की सीमा से होते हुए एक तीसरी LI विशेषता गुजरती है। केवल ब्रह्मदेव और डोवन गलियारे किसी भी विशेषता से नहीं कटते हैं।

तालिका 10: तराई आर्क में बाघ संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण क्षेत्रों को काटने वाली प्रस्तावित / निर्माणाधीन सड़क और रेल मार्गों की लंबाई (km)

तालिका 10: तराई आर्क में बाघ संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण क्षेत्रों को काटने वाली प्रस्तावित / निर्माणाधीन सड़क और रेल मार्गों की लंबाई (KM)						
		बाघ संरक्षण के लिए प्राथमिकता वाले क्षेत्र				
		संरक्षित क्षेत्र	बफर ज़ोन	वन गलियारे	उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्र	सभी प्राथमिकता वाले क्षेत्र ¹
रैखिक अवसंरचना विशेषता	पूर्व-पश्चिम रेलवे	4.5	106.3	83.0	21.6	215.4
	महेंद्र हाईवे	58.2	119.6	93.0	48.3	319.1
	पोस्टल हाईवे	67.3	100.1	64.5	37.7	269.5
	सभी सुविधाएं	130.0	326.0	240.5	107.6	804.1

¹ सभी प्राथमिकता वाले क्षेत्रों की संयुक्त लंबाई एकल प्राथमिकता वाले क्षेत्रों की लंबाई के योग से कम है क्योंकि कुछ स्थानों पर क्षेत्र अतिच्छादित होते हैं (जैसे, संरक्षित क्षेत्र और उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्र)



चित्र 12: बाघ संरक्षण के लिए प्रस्तावित LI मार्गों और प्राथमिकता वाले क्षेत्रों के बीच कटान। LI मार्गों के वे भाग जो संरक्षण के महत्व वाले क्षेत्रों को काटते हैं, उन्हें मोटी लाइन से दर्शाया गया है। (A) सभी संरक्षित क्षेत्रों, बफ़र ज़ोन, वन गलियारे, और उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्रों सहित संपूर्ण अध्ययन क्षेत्र; (B) शुक्लफांटा नेशनल पार्क के आसपास का क्षेत्र; (C) बांके-बरदिया कॉम्प्लेक्स के आसपास का क्षेत्र; और (D) चितवन-परसा कॉम्प्लेक्स के आसपास का क्षेत्र।

चर्चा

हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि सड़क और रेल निर्माण या उन्नयन नेपाल की बाघ उप-आबादी और TAL में सीमा के आर-पार के मेटापोपुलेशन के लिए खतरा पैदा कर सकता है। PAs के भीतर प्रभाव अपेक्षाकृत मामूली हो सकता है, लेकिन बफर ज़ोन और फ़ॉरेस्ट गलियारे में LI का पर्याप्त रूप से विकास होने की उम्मीद है। ये कम संरक्षित क्षेत्र उप-आबादी के बीच महत्वपूर्ण आवास लिंक के रूप में कार्य करते हैं, और उनके नए LI मार्गों के निर्माण या मौजूदा LI मार्गों के उन्नयन से अलग हो जाने पर मेटापोपुलेशन कनेक्टिविटी में कमी आ सकती है, जिससे यातायात की मात्रा में वृद्धि होती है और बाघों के लिए एक मजबूत बाधायुक्त प्रभाव पड़ता है। बाघों के विस्तार वाले अन्य हिस्सों में कनेक्टिविटी के नुकसान ने आनुवंशिक विविधता को कम करने और विलुप्त करने के जोखिम को बढ़ाने में योगदान दिया है, और TAL में अपर्याप्त रूप से कम LI विकास इसी तरह के परिणामों को जन्म दे सकता है, जो हाल के दशकों में वहां हासिल की गई बाघ संरक्षण की सफलताओं को उलट सकता है। नेपाल में समग्र प्रभाव भी एक चिंता का विषय है, जहां मानव आबादी का विस्तार हो रहा है और इसलिए स्थानीय (Carter et al., 2020; DNPWC, 2016)। अर्थव्यवस्थाओं में सुधार के लिए LI परियोजनाओं का भी (ADB, 2018b; NEFEJ, 2020)। कई वनाच्छादित गलियारे जिन्हें नए या उन्नत LI द्वारा विभाजित किया जाएगा, मानव विकास द्वारा पहले ही खंडित हो चुके हैं। शुक्लफंटा नेशनल पार्क और बर्दिया नेशनल पार्क के बीच बसंता और लालझड़ी गलियारों में और उसके आसपास बस्तियों के विकास ने बाघों के लिए उनके संपर्क मान को कम कर दिया है (Chanchani et al., 2014; Thapa et al., 2017), और इन गलियारों के माध्यम से प्रस्तावित महेंद्र हाईवे और पूर्व-पश्चिम रेलवे मार्ग उन्हें बाघों की आवाजाही के लिए पूरी तरह से गैर-कार्यात्मक बना सकते हैं जब तक कि उन्हें अच्छी तरह से कम नहीं किया जाता। शमन उपायों की योजना बनाते समय नेपाल को परियोजनाओं को एकल और अलग-थलग मानने के बजाय एक एकीकृत दृष्टिकोण का उपयोग करके कई LI परियोजनाओं और मानव विकास के समग्र प्रभावों पर विचार करना होगा। अतिच्छादित अवसंरचना विकास के दबावों का एक उदाहरण पूर्वी परसा नेशनल पार्क में है, जहां महेंद्र हाईवे, पूर्व-पश्चिम रेलवे, भारत-नेपाल तेल पाइपलाइन, एक उच्च वोल्टेज बिजली लाइन, और एक नया हवाई अड्डा (प्रस्तावित) सभी मानव विकास निर्माणों को प्रोत्साहित करते हैं। ये क्षेत्रों को जीना मैपिंग PAs में मानव विकास के स्थानीय आबादीयक प्रभावों के संदर्भ में और देखते हुए संरक्षण के बड़े क्षेत्रों में डिजाइन और डिजाइन से दबावों की आगे बढ़ सकते हैं। नए और उन्नत LI मार्गों से मिली बेहतर पहुंच से मानव के बसने, प्राकृतिक संसाधनों का उपयोग, अवैध शिकार का दबाव और इन मार्गों के पास और सड़कों का विकास हो सकता है। हमने अपने विश्लेषणों को नेपाल के तरफ के TAL पर LI के विकास तक सीमित कर रखा, लेकिन भारत के तरफ का विकास भी एक महत्वपूर्ण खतरा पैदा करता है (Biswas et al., 2020)। उदाहरण के लिए, भारत द्वारा निर्मित सशस्त्र सेवा बल रोड 558 km तक भारत-नेपाल सीमा से लगाकर नेपाल और दोनों तरफ संरक्षित क्षेत्रों को जोड़ने वाले कई सड़कों के निर्माण से बाधित हो गया था क्योंकि यह हमारे विचाराधीन बाघ संरक्षण प्राथमिकता वाले किसी भी क्षेत्र को नहीं काटेगी, लेकिन यह बाघ और हाथियों की आबादी को प्रभावित कर सकती है। यह 74-km लंबा हाईवे परसा नेशनल पार्क की पूर्वी सीमा के पास उत्तर-दक्षिण दिशा की ओर जाएगा और TAL में चितवन-परसा कॉम्प्लेक्स और आवासों के बीच आवाजाही को प्रतिबंधित कर सकता है। ट्रैक की शुरुआत, या प्रारंभिक निर्माण, फास्ट ट्रैक मार्ग के लगभग 40 प्रतिशत पर हुआ है, लेकिन अभी तक कोई भी मार्ग पक्का नहीं किया गया है। TAL के लिए नेपाल की रणनीति और कार्य योजना 2015-2025 PAs और गलियारों में नए LI से बचने; PAs, बफर ज़ोन और गलियारों के भीतर किसी भी LI के संरक्षण के अनुकूल डिजाइन और संचालन सुनिश्चित करने; और यह सुनिश्चित करने को कहती है कि पर्यावरणीय विश्लेषण उच्च गुणवत्ता वाले हों और शमन उपायों की पहचान

करें। इनमें से कुछ कार्य पहले से ही किए जा रहे हैं। उदाहरण के लिए, प्रस्तावित पूर्व-पश्चिम रेलवे के एक हिस्से को PAs को बायपास करने और उच्च बाघ घनत्व वाले क्षेत्रों पर प्रभाव से बचने के लिए चितवन-परसा कॉम्पलेक्स के उत्तर से फिर से गुजारा गया। फिर से सीधे में लाई गई रेलवे, हालांकि, बाघों के लिए भी खतरा प्रस्तुत करती है क्योंकि यह अब बरंदाभर वन गलियारे को विभाजित करती है, जो चितवन-परसा कॉम्पलेक्स में तराई के आवास और उत्तर में महाभारत पर्वत शृंखला की तलहटी में अधिक ऊंचाई वाले आवास के बीच एक महत्वपूर्ण लिंक प्रदान करती है (Aryal et al., 2012)। इस प्रकार, जबकि PAs से बचना प्रशंसनीय है, समग्र प्रभावों को कम करने और बाघों के गलियारों को कार्यात्मक बनाए रखना सुनिश्चित करने के लिए सड़क और रेलवे परियोजनाओं के बीच उचित ~~सोपाना और जलवायु~~ ~~होमोसिस्टम~~ ~~बिस्मिल~~ ~~होमो~~ ~~में~~ ~~वन्यजीव क्रॉसिंग संरचनाओं को शामिल करना शुरू कर दिया है और~~ ~~सिंचाई की नहरों और बिजली लाइनों के साथ-साथ परिवहन अवसंरचना (वन और पर्यावरण मंत्रालय, तैयारी में)~~ सहित वन्यजीव-अनुकूल LI के लिए सबसे अच्छे अभ्यास मैनुअल को विकसित करना शुरू कर रहा है। चितवन नेशनल पार्क से बाघों की उत्तर-दक्षिण आवाजाही की सुविधा के लिए नारायणघाट-मुगलिन हाईवे पर बरंदाभर आवास लिंकेज के भीतर नेपाल का पहला वन्यजीव अंडरपास बनाया गया था। कैमरा ट्रैपिंग अध्ययनों ने क्रॉसिंग का उपयोग करके 15 स्तनधारी प्रजातियों (मुख्य रूप से जंगली सूअर और आम तेंदुए) और चार पक्षी प्रजातियों का दस्तावेजीकरण किया है (Poudel et al., 2020; WWF, 2019)। इन अध्ययनों की सैंपलिंग अवधि के बाहर ~~अंडरपास का उपयोग करने के बाधाओं~~ ~~ADB द्वारा सनिटरी सेंसरी~~ ~~बाघों के बालियेजिमा~~ ~~अपोजिस्म~~ ~~में~~ ~~महेंद्र हाईवे और पूर्व-पश्चिम रेलवे शामिल हैं, पर वन्यजीव क्रॉसिंग संरचनाओं सहित पर्यावरण सुरक्षा उपायों की आवश्यकता होती है। ये~~ ~~दो LI विशेषताएं~~ ~~चितवन-परसा कॉम्पलेक्स की उत्तरी सीमा के समानांतर और निकट से होकर चलेंगी। महेंद्र हाईवे के 115-km के नारायणघाट-बुटवल भाग को वर्तमान में दो से चार लेन में विकसित किया जा रहा है और इसमें~~ ~~112 वन्यजीव अंडरपास और दो 50-m चौड़े वन्यजीव ओवरपास शामिल हैं (Karki, 2020)। नारायणघाट के पूर्व में जाने वाला और हेटौंदा और पाथलैया को जोड़ने वाला (एक 108-km का भाग), ADB-वित्तपोषित उन्नयन में 2022 में लागू एक समान वन्यजीव क्रॉसिंग रणनीति होगी (Clevenger et al., 2020)। यह नई सुरक्षा योजना रणनीति जैव विविधता के संरक्षण के लिए अधिक व्यापक दृष्टिकोण विकसित करने के लिए नेपाल की सरकार और ADB की संयुक्त प्रतिबद्धता को दर्शाती है। पूर्व-पश्चिम रेलवे के लिए भी वन्यजीव क्रॉसिंग संरचनाओं की योजना बनाई जा रही है जहां यह चितवन-परसा कॉम्पलेक्स (कर्मा यानजोम, ADB मनीला, फिलीपींस, व्यक्तिगत संचार) के पास नेपाल के PAs बाघों और अन्य वन्यजीवों के संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि वे स्रोत आबादी का समर्थन करते हैं और बर्दिया और बाँके नेशनल पार्कों में महेंद्र हाईवे तक चलेगी।~~ ~~हो जो देश के भीतर और सीमा पार के परिदृश्यों में फैलाव ला सकते हैं और फिर से आबाद कर सकते हैं (Carter et al., 2020)। हालांकि, नेपाल वर्तमान में बड़े पैमाने पर LI विकास की ओर अग्रसर है, और इसके विकास मॉडल और संरक्षण की प्रतिबद्धता के बीच एक अच्छा संतुलन बनाना एक चुनौती है। नेपाल में वन्यजीव क्रॉसिंग की कड़ी निगरानी प्रजातियों के उपयोग पर महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करेगी और LI परियोजनाओं से प्रभावित बाघों और अन्य प्रजातियों के आवाजाही की सुविधा प्रदान करने वाले विशिष्ट डिजाइनों को समझने में हमारी सहायता करेगी। वर्तमान में चल रहे और भविष्य के LI विकास के लिए सुरक्षा उपायों की उचित योजना बनाने के लिए बाघों की आवाजाही और स्थानीय और क्षेत्रीय पैमाने पर स्रोत और सिंक क्षेत्रों को समझना आवश्यक होगा। इस विश्व स्तर की महत्वपूर्ण प्राप्त परिदृश्य में बाघों के आवास और आनुवंशिक संपर्क और दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए भारत और नेपाल के बीच सीमा पार की समन्वय की आवश्यकता होगी।~~

WWF-नेपाल ने स्थानिक डेटा प्रदान किया और इस रिपोर्ट को तैयार करने में योगदान दिया। टायलर क्रीच (CLLC) ने स्थानिक विश्लेषण किया और रिपोर्ट का मसौदा तैयार किया। रॉब एमैट (CLLC / WTI), टोनी क्लेवेंजर (WTI), और ग्रेस स्टोनसिफर (CLLC) ने भी रिपोर्ट में योगदान दिया।

विश्लेषण 3: असम, भारत में नेशनल हाईवे 37 के विस्तार के दौरान वन्यजीवों पर पड़ने वाले प्रभाव को कम करना

नेशनल हाईवे 37 (NH-37) पूर्वोत्तर असम को शेष भारत से जोड़ता है, जो प्रतिदिन औसतन 5,500 वाहनों के लिए मार्ग प्रदान करता है (Menon et al., 2017)। 60 km तक, इसका फैलाव NH-37 काजीरंगा नेशनल पार्क की दक्षिणी सीमा के साथ-साथ होता है, जो भारत के सबसे अधिक जैव विविधता वाले और महत्वपूर्ण PAs में से एक है। काजीरंगा नेशनल पार्क बंगाल टाइगर, एशियाई हाथियों और दुनिया के दो-तिहाई एक सींग वाले गैंडों के साथ-साथ छोटे स्तनधारियों, सरीसृपों, उभयचरों और पक्षियों की एक विविध श्रेणी के लिए आवास प्रदान करता है। काजीरंगा नेशनल पार्क उत्तर में ब्रह्मपुत्र नदी से घिरा है, जिससे हर मानसून के मौसम (जून-सितंबर) में पार्क में बाढ़ आ जाती है। जैसे ही बारिश शुरू होती है, कई जानवर दक्षिण में कार्बी-आंगलोंग जिले में अधिक ऊंचाई वाली पहाड़ियों तक पहुंचने के लिए NH-37 को पार करने को मजबूर हो जाते हैं, और वाहनों से टकराव की चपेट में आ जाते हैं। कई वन्यजीव गलियारे इन दो क्षेत्रों को जोड़ते हैं, जिनमें चार हाथी गलियारे (Menon et al., 2017) और कम से कम एक ऐसा गलियारा शामिल है जिसका उपयोग बाघों, तेंदुओं, और एशियाई सुनहरी बिल्लियों जैसी फेलिड प्रजातियां करती हैं (Lalthanpuia et al., 2014)। इनमें से कई गलियारे चाय के बागानों, गांवों, धान के खेतों और सागौन के बागानों के बीच स्थित हैं, जो कि NH-37 की भी सीमा पर स्थित हैं, जिससे जानवरों के लिए गलियारों के रूप में उपयोग करने के लिए प्राकृतिक जंगल की केवल संकरी पट्टियां ही बची हैं (Das et al., 2007); कभी-कभी खेती वाले क्षेत्र गलियारे का हिस्सा बन जाते हैं (Menon et al., 2017)। काजीरंगा नेशनल पार्क के पास NH-37 से रोडकिल डेटा अब तक व्यवस्थित रूप से एकत्र नहीं किया गया है, लेकिन वास्तविक रिपोर्टों से पता चलता है कि वन्यजीवों का अत्यधिक मौतों का सामना होता है, जो वाहनों से टकराव के कारण होती है। वन्यजीवों की मौतों को रोकने के लिए एक उपाय (NH-37) है, जिसमें हाथी गलियारों के जलमय सुरक्षा बंधों का निर्माण करना है, जो इन क्षेत्रों में सड़क से वाहन चालकों का पूर्वी असम से शेष भारत की यात्रा करने से ट्रैफिक की मात्रा और गति में वृद्धि होने की संभावना है, जिससे वन्यजीव और वाहन के टकराव की संभावना बढ़ जाती है। दूसरा, उच्च ट्रैफिक की मात्रा कुछ प्रजातियों को सड़क पार करने के प्रयास से रोक सकती है, विशेष रूप से मानसून के मौसम में उन्हें कम उपयुक्त या शायद दुर्गम आवास में फंसा सकती है। अंत में, सड़क की बढ़ी हुई चौड़ाई प्रमुख जंगल-जंगल सड़क को विस्तार देता है, वन्यजीवों पर प्रभाव को कम करने के लिए अतिरिक्त शमन उपायों को शुरू करने की आवश्यकता है। हालांकि, इन उपायों के प्रभावों को कम करने के लिए वन्यजीव और वाहन के टकराव के हॉटस्पॉट और वर्तमान वन्यजीव क्रॉसिंग स्थानों दोनों पर निर्माण के पहले के डेटा से यह समझना होगा कि किस प्रकार के शमन को लागू करना है और कहाँ। सौभाग्य से, गुवाहाटी, असम में स्थित एक वन्यजीव गैर सरकारी संगठन, आरण्यक द्वारा 2018 से 2020 तक NH-37 के काजीरंगा नेशनल पार्क वाले भाग पर वन्यजीव रोडकिल और लाइव क्रॉसिंग दोनों पर डेटा एकत्र किया गया था। इस काम को U.S Fish and Wildlife Service द्वारा वित्त पोषित किया गया था और WTI के साथ साझेदारी में आयोजित किया गया था। यहां, हम इन आंकड़ों का उपयोग

काजीरंगा नेशनल पार्क के पास वन्यजीवों पर NH-37 को चौड़ा करने के संभावित प्रभावों को समझने के लिए रोडकिल और लाइव क्रॉसिंग का स्थानिक हॉटस्पॉट विश्लेषण करने के लिए करते हैं।

तरीके

नवंबर 2018 और मार्च 2020 के बीच लगभग हर दो से चार दिनों में NH-37 के काजीरंगा नेशनल पार्क वाले भाग में वाहन चलाकर वन्यजीव रोडकिल और लाइव क्रॉसिंग की घटना पर डेटा एकत्र किया गया था। सर्वेक्षण में एक मोटरबाइक पर एक व्यक्ति शामिल था जो काजीरंगा नेशनल पार्क की लंबाई पर दोनों दिशाओं में वाहन चला रहा था और ROaDS नामक एक मोबाइल डिवाइस एप्लिकेशन का उपयोग करके डेटा एकत्र कर रहा था ([Roadkill Observation and Data Systems], Ament et al., 2021), जो उपयोगकर्ता को प्रजातियों, जानवरों की संख्या, स्थिति (मृत, रोड को जीवित क्रॉस करते हुए, सड़क के पास जीवित), पहचानी गई प्रजातियों में सापेक्ष विश्वास, एक भू-समन्वयित तस्वीर, और अन्य जानकारी को रिकॉर्ड करने की अनुमति देता है, जिनमें से सभी एक ग्लोबल हाथी गलियारा सिस्टम (GGIS) में अलग-अलग किया गया और फिर प्रत्येक अवलोकन को तीन मुख्य श्रेणियों में वर्गीकृत किया: (1) मानसून (जून-सितंबर) बनाम शुष्क मौसम (अक्टूबर-मई), (2) टैक्सोनोमिक प्रकार (मेसो-कार्निवोर, हर्पटाइल, प्राइमेट, पक्षी, खुरदार स्तनधारी, अन्य स्तनधारी), और (3) अवलोकन स्थिति (मृत, मृत, सड़क के पास जीवित, रोड को जीवित क्रॉस करते हुए)। इसके बाद हमने उपरोक्त उप-श्रेणियों में से प्रत्येक से संबंधित अवलोकनों के लिए NH-37 के 60-km भाग पर अवलोकनों के सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण स्थानिक समूहों ("हॉटस्पॉट") की पहचान करने के लिए अनुकूलित हॉटस्पॉट विश्लेषण की एक शृंखला का संचालन किया। हमने कई श्रेणियों (जैसे, जीवित क्रॉस करते खुरदार स्तनधारी) से संबंधित अवलोकनों के लिए हॉटस्पॉट की तलाश की। अंत में, हमने Wildlife Trust of India (Menon et al., 2017) द्वारा मानचित्रित किए गए हाथी गलियारों को जीवित क्रॉस करने या सड़क के पास के हॉटस्पॉट मानचित्र पर यह जांचने के लिए **प्रमाणित** कर दिया कि हाथी गलियारे के स्थान अवलोकन किए गए ROaDS हॉटस्पॉट के साथ संरेखित हैं या नहीं। आरण्यक कर्मियों ने कुल 162 अध्ययन दिवसों तक NH-37 के काजीरंगा नेशनल पार्क वाले भाग पर नवंबर 2018 से मार्च 2020 तक औसतन 10 दिन प्रति माह वन्यजीव डेटा एकत्र किया, जिनमें से 41 दिन मानसून के दौरान और 121 शुष्क मौसम में थे। नवंबर 2018 से मार्च 2020 तक 17 महीने की अवधि के दौरान 75 प्रजातियों से संबंध रखने वाले कुल 1,423 एकल जानवरों को देखा गया। इनमें से 582 जानवर मृत थे, 685 सड़क के पास थे, और 156 सक्रिय रूप से सड़क पार कर रहे थे (तालिका 11)। 157 एशियाई हाथी और 79 एक सींग वाले गैंडे सहित, सबसे अधिक बार खुरदार स्तनधारी (708 अलग-अलग) देखे गए। हर्पटाइल्स अगले सबसे आम (303 अलग-अलग) थे और 15 प्रजातियों के साथ सबसे बड़ी विविधता को दर्शाते थे। संपूर्ण अध्ययन अवधि के दौरान बंगाल टाइगर जैसे बड़े मांसाहारी नहीं देखे गए। जानवरों का उच्चतम मासिक कुल (179) अक्टूबर 2019 में 13 अध्ययन दिवसों में देखा गया; सबसे बड़ा दैनिक औसत (17) नवंबर 2018 में हुआ, जिसमें 2 अध्ययन दिवसों में 34 देखे गए थे। मरे हुए जानवरों की सबसे बड़ी संख्या, औसतन प्रति अध्ययन दिवस 6.4 से 8 जानवर, जुलाई से नवंबर, 2019 तक, गर्मियों और शरद ऋतु में दर्ज की गई थी। सड़क पार करने वाले जानवरों को सबसे अधिक नवंबर 2018 में देखा गया, और सड़क के पास जानवरों की सबसे बड़ी संख्या 2018-2019 की सर्दियों में देखी गई, जिनमें औसत 5.3 और 9.7 के बीच जानवर प्रति अध्ययन दिवस थे।

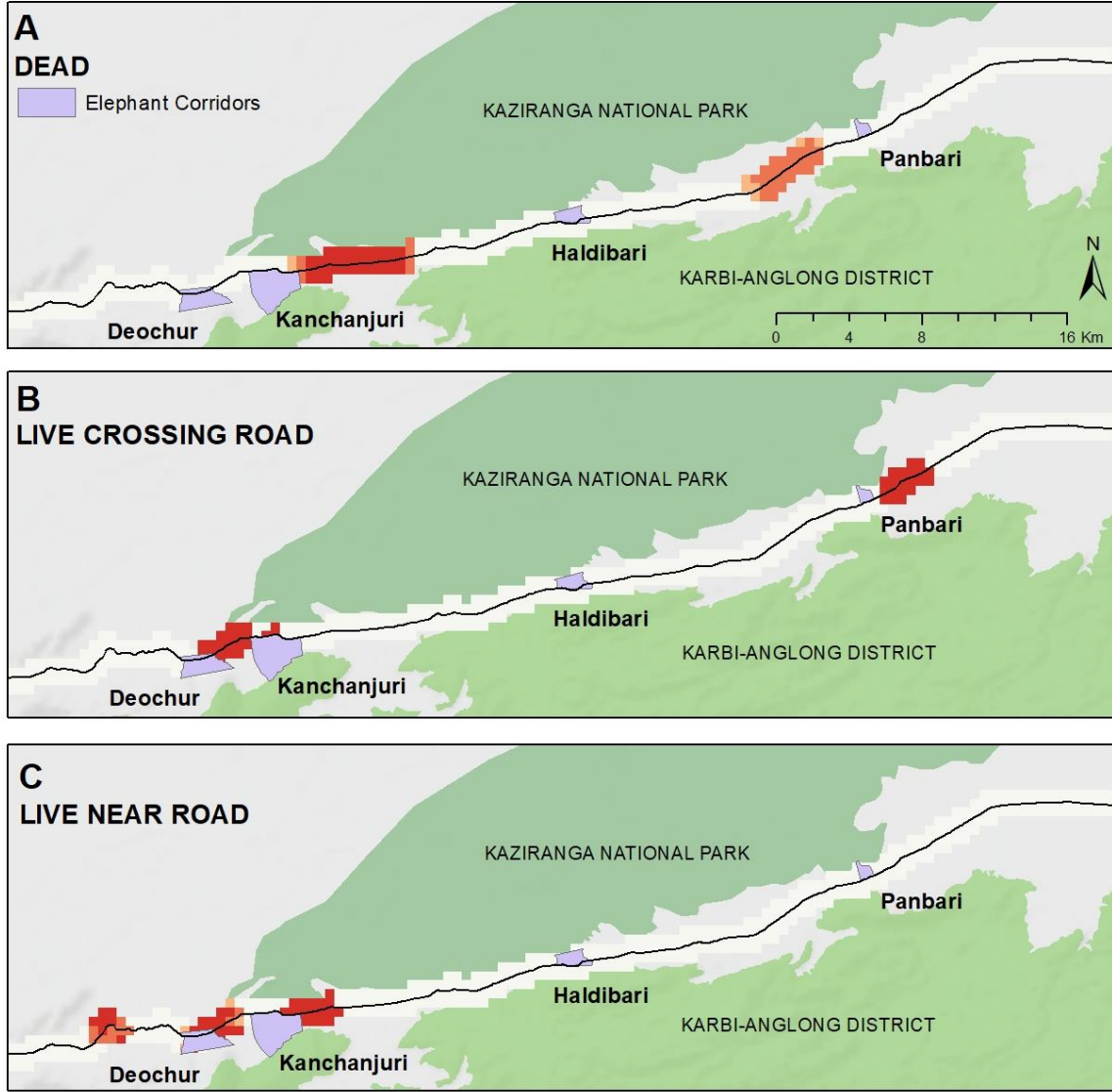
तालिका 11: नवंबर 2018 से मार्च 2020 तक काजीरंगा नेशनल पार्क की सीमा से लगे NH-37 के 60-KM वाले भाग के पास की स्थिति (मृत, सड़क पार करते हुए जीवित, सड़क के पास जीवित) से ली गई प्रत्येक टैक्सोनामिक श्रेणी में देखे गए जानवरों की संख्या

	मृत	सड़क पार करते हुए जीवित	सड़क के पास जीवित	कुल
हर्पटाइल	330	0	0	330
पक्षी	195	1	0	196
मेसो-कार्निवोर	27	0	37	64
प्राइमेट	3	40	57	100
खुरदार स्तनधारी	2	115	591	708
अन्य स्तनधारी	25	0	0	25
कुल	582	156	685	1423

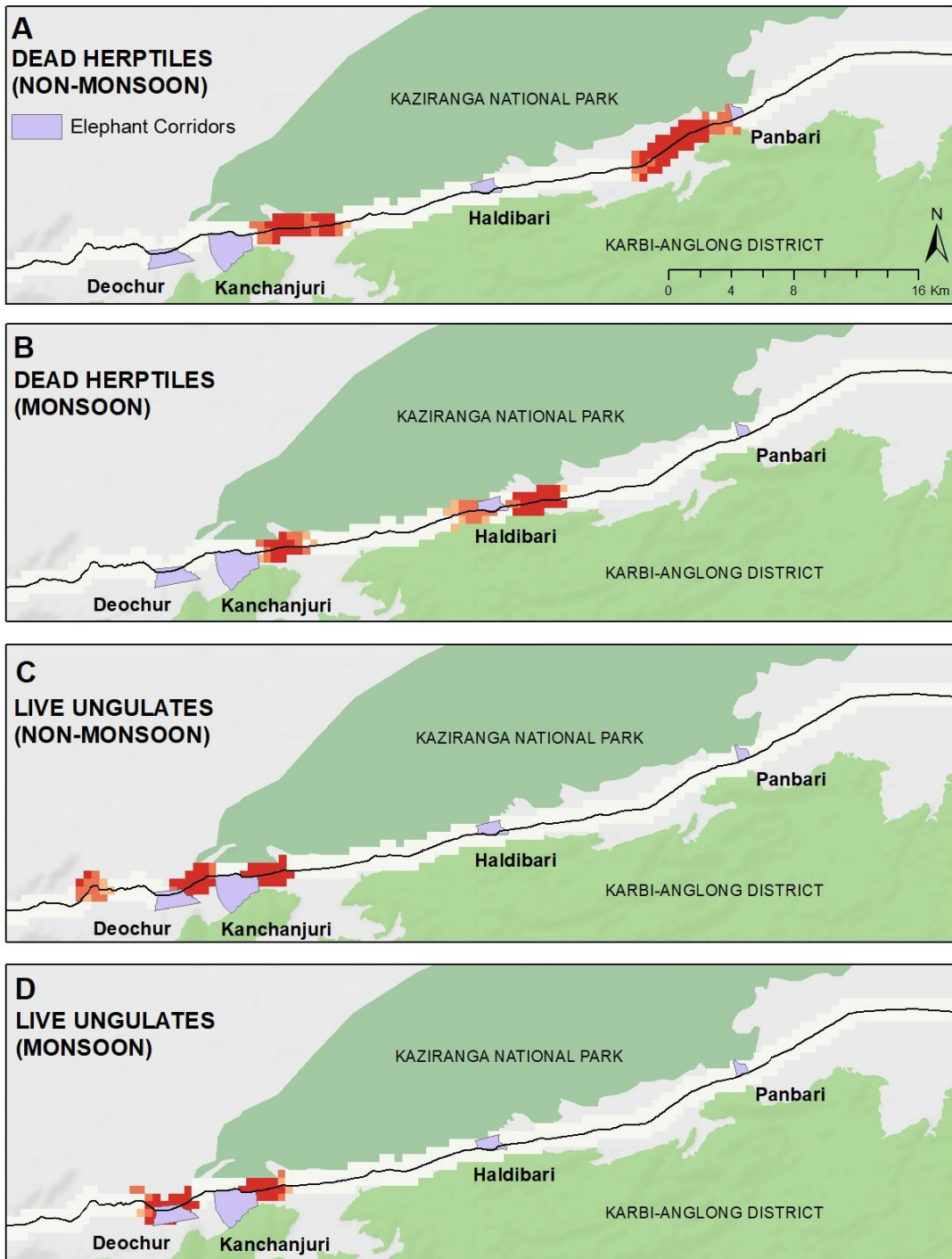
जानवरों की स्थिति अक्सर सीधे प्रजातियों के समूह से संबंधित थी; देखे गए 100 प्रतिशत हर्पटाइल मृत थे, साथ ही 99 प्रतिशत पक्षियों और जानवरों को अन्य स्तनधारियों के रूप में वर्गीकृत किया गया था। हालांकि, मृत प्राइमेट शायद ही कभी देखे गए थे, 97 प्रतिशत या तो जीवित रूप से सड़क पार कर रहे थे या सड़क के पास थे। इसी तरह, सड़क के पास 83 प्रतिशत खुरदार स्तनधारी जीवित, 16 प्रतिशत जीवित सड़क पार करते हुए, और केवल एक प्रतिशत मृत देखे गए। मेसो-कार्निवोर विभाजित थे, जिसमें 42 प्रतिशत मृत और 58 प्रतिशत सड़क के पास जीवित थे। मानसून के दौरान कोई प्राइमेट नहीं देखा गया, जबकि मानसून में हर्पटाइल्स को असमान रूप से देखा गया था, जिसमें प्रति गैर-मानसून अध्ययन दिवस में 1.5 की तुलना में प्रति मानसून अध्ययन दिवस में औसतन 3.5 हर्पटाइल्स देखे गए थे। आम तौर पर, मानसून के दौरान अधिक मृत जानवर देखे गए - औसतन प्रति मानसून अध्ययन दिवस में 3 के विपरीत 5.3, मानसून के बाहर अधिक जीवित जानवर (क्रॉस करते हुए या सड़क के पास) अनुकूलित हॉटस्पॉट विश्लेषण ने NH-37 के पास-पास वन्यजीव स्थिति के संबंध में स्थानिक स्वरूप को उजागर देखा - 3.9 बनाम 5.6 जानवर प्रति गैर-मानसून अध्ययन दिवस।

किया। सभी अवलोकनों में, काजीरंगा नेशनल पार्क के पश्चिमी छोर के आसपास NH-37 के एक भाग के पास जानवरों की सबसे बड़ी संख्या दर्ज की गई थी, जिसमें कंचनजुरी और देवचूर हाथी गलियारों, दोनों को शामिल किया गया था। पूर्वी काजीरंगा नेशनल पार्क के पास पनबारी गलियारे के पूर्व में एक अतिरिक्त जीवित क्रॉस करने वाले हॉटस्पॉट के साथ, सड़क के पास और सड़क पार करने वाले जीवित जानवरों के हॉटस्पॉट भी इन गलियारों और उनके बीच के क्षेत्र के साथ संरेखित होते हैं। मृत्यु दर हॉटस्पॉट विभिन्न स्थानों पर थे: कंचनजुरी गलियारे के पूर्व में 4-km की दूरी पर, और हल्दीबाड़ी और पनबारी गलियारों के बीच एक और भाग पर उच्च मृत्यु दर थी (चित्र 13)। वन्यजीव मृत्यु दर के लिए हॉटस्पॉट भी मौसमी रूप से बदलते थे; जबकि काजीरंगा नेशनल पार्क का पश्चिमी छोर पूरे वर्ष एक उच्च मृत्यु दर वाला क्षेत्र था, मानसून के दौरान हल्दीबाड़ी गलियारे के ठीक पूर्व में और गैर-प्रजाति समूहों ने सड़क पार करने और/या मृत्यु दर के विभिन्न स्थानिक और सामयिक स्वरूप भी प्रदर्शित किए मानसून महानो के दौरान पनबारी गलियारे के ठीक पश्चिम में अधिक मृत जानवरों को देखा गया था। (चित्र 14)। पक्षियों और हर्पटाइल सहित छोटे जानवरों को एक ही जैसे स्थानों पर देखा गया (लगभग हमेशा मृत), लेकिन अलग-अलग मौसमों में। दोनों को साल भर कंचनजुरी गलियारे के पूर्व में मेसो-कार्निवोर के साथ देखा गया। मानसून के बाहर पनबारी गलियारे के पश्चिम में हर्पटाइल्स और मानसून के दौरान एक ही स्थान पर पक्षी पाए गए।

मानसून के दौरान हल्दीबाड़ी गलियारे के दोनों ओर हर्पटाइल्स भी देखे गए। खुरदार स्तनधारी को कंचनजुरी और देवचुर गलियारों के पास-पास या तो सड़क के पास या तो क्रॉस करते हुए या सड़क के पास जीवित देखा गया, जबकि जीवित प्राइमेट और पश्चिम में देखे गए। खुरदार स्तनधारी सबसे अधिक बार मानसून के मौसम के बाहर कंचनजुरी और हल्दीबाड़ी गलियारों के पास, और मानसून के महीनों के दौरान देवचूर और पनबारी गलियारों के पास, सड़क पार करते थे। मेसो-कार्निवोर या अन्य स्तनधारियों को मौसमी रूप से अलग करने के लिए पर्याप्त



चित्र 13: चार अनुकूलित हॉटस्पॉट विश्लेषण के परिणाम, जहां गहरा लाल अवलोकनों के अधिक घनत्व को इंगित करता है और सफेद उन क्षेत्रों को इंगित करता है जो सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हॉटस्पॉट नहीं थे। A) मृत जानवरों के हॉटस्पॉट। B) सड़क पार करने वाले जीवित जानवरों के हॉटस्पॉट। C) सड़क के पास जीवित जानवरों के हॉटस्पॉट। बेंगनी बहुभुज Menon et al. द्वारा पहचाने गए हाथी गलियारे हैं। (2017).



चित्र 14: चार अनुकूलित हॉटस्पॉट विश्लेषण के परिणाम, जहां गहरा लाल अवलोकनों के अधिक घनत्व को इंगित करता है और सफेद उन क्षेत्रों को इंगित करता है जो सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हॉटस्पॉट नहीं थे। A) मानसून के बाहर मृत हर्पटाइल्स के हॉटस्पॉट। B) मानसून के दौरान मृत हर्पटाइल्स के हॉटस्पॉट। C) मानसून के बाहर (सड़क के पास या क्रॉस करते हुए) जीवित खुरदार स्तनधारी के हॉटस्पॉट। D) मानसून के दौरान जीवित खुरदार स्तनधारी (सड़क के पास या क्रॉसिंग) के हॉटस्पॉट। बैंगनी बहुभुज Menon et al. द्वारा पहचाने गए हाथी गलियारे हैं। (2017)।

चर्चा

सड़क के मौजूदा पदचिह्न को चौड़ा करने के मूल प्रस्ताव के बाद से, यह बताया गया है कि तीन फ्लाईओवर, या हाईवे के ऊंचे भागों की एक शृंखला का निर्माण किया जाएगा (Parashar, 2019)। ये फ्लाईओवर 18, 11 और 6 km तक फैले होंगे, जो काजीरंगा नेशनल पार्क के प्रत्येक प्रवेश ग्राम में जमीनी स्तर पर वापस नीचे आएंगे। सामूहिक रूप से, ये फ्लाईओवर हमारे 60-km के अध्ययन क्षेत्र के आधे से अधिक के लिए उपयोग किए जाएंगे। फ्लाईओवर हाईवे का मतलब है कि वन्यजीवों के साथ टकराव के बारे में कुछ चिंताओं के साथ वाहन NH-37 के काजीरंगा नेशनल पार्क भाग के माध्यम से अधिक तेज़ी से यात्रा करने में सक्षम होंगे। फ्लाईओवर (सुरंगों के साथ) कुछ सबसे प्रभावी और अनुकूलित वन्यजीव क्रॉसिंग डिज़ाइन हैं, मगर इसके लिए उन्हें उनके नीचे आवास को बरकरार रखना होता है (Clevenger & Huijser, 2011)। हालांकि, यह बताया गया है कि वाहन, मुख्य रूप से स्थानीय सामुदायिक यातायात और काजीरंगा नेशनल पार्क के प्रवेश द्वार का उपयोग करने वाले वाहन, NH 37 के वर्तमान दो-लेन पदचिह्न का उपयोग करना जारी रखेंगे, जिसका अर्थ है कि वन्यजीव मृत्यु दर को कम करने और हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि काजीरंगा नेशनल पार्क के पास NH-37 पर वन्यजीव मृत्यु दर पहले से ही एक महत्वपूर्ण समस्या है और यह सुझाव देता है कि सड़क को चार लेन तक विस्तारित करने से अधिक वन्यजीवों की मृत्यु हो सकती थी क्योंकि सफल क्रॉसिंग क्षेत्रों को और अधिक खतरनाक बना दिया जाता। वन्यजीव मृत्यु दर और जीवित जानवरों के सड़क के पास होने और क्रॉस करने, दोनों पर डेटा एकत्र करना, सड़क योजनाकारों के लिए महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है क्योंकि सड़क के विस्तार के संबंध में विभिन्न शमन विकल्पों पर विचार किया जाता है। मृत्यु दर के आंकड़े मौजूदा सड़क पर समस्या वाले स्थानों को इंगित करते हैं, जो शायद अधिक लेन और उनपर होने वाली यातायात के साथ और बुरे हो जाते। एक चार-लेन हाईवे में यातायात की मात्रा में वृद्धि से भी बाधा प्रभाव को बढ़ाने, हाईवे पर वन्यजीवों की आवाजाही को कम करने या रोकने की क्षमता होगी। इस प्रकार, उन स्थानों की पहचान करना जहां जानवर सफलतापूर्वक सड़क पार करते हैं, उतना ही महत्वपूर्ण है, क्योंकि शमन उपायों के स्थान की योजना बनाते समय इन स्थानों पर भी विचार करना होगा (Zeller et al., 2020)। जबकि नव नियोजित फ्लाईओवर कुछ प्रजातियों के लिए निरंतर सुरक्षित क्रॉसिंग की सुविधा में मदद करेगा, हमारा विश्लेषण योजनाकारों को वर्तमान सड़क पदचिह्न पर मृत्यु दर हॉटस्पॉट के लिए अतिरिक्त शमन आवश्यकताओं की पहचान करने में मदद कर सकता है। विश्लेषण से पता चलता है कि जहां वन्यजीव अवलोकन आम तौर पर काजीरंगा डेटा के विश्लेषण से यह भी पता चलता है कि वर्ष का समय, स्थान और प्रजाति श्रेणी इसके महत्वपूर्ण कारक हो नेशनल पार्क के पश्चिमी छोर के आसपास होते थे, वहीं मृत्यु दर हॉटस्पॉट सफल क्रॉसिंग हॉटस्पॉट की तुलना में पूर्व सकते हैं कि जानवर सड़क से किस प्रकार संबंध स्थापित करते हैं। वर्तमान में, ऐसा प्रतीत होता है कि केबल छोटी में स्थित थे, यह दर्शाता है कि सड़क के उन हिस्सों को विभिन्न प्रकार के शमन की आवश्यकता हो सकती है। प्रजातियां (हर्पटाइल्स, पक्षी, अन्य स्तनधारी) मारे जा रहे हैं, जबकि बड़े जानवर जो मोटर चालकों को अच्छे से दिखाई देते हैं, वे अधिक सफलतापूर्वक पार कर सकते हैं। हालांकि, इन प्रजातियों के छोटे आकार के कारण, यह संभावना है कि डेटा संग्रह के दौरान सड़क के पास हर्पटाइल्स या पक्षियों को आसानी से नहीं देखा गया, जिसका अर्थ है कि इन श्रेणियों में आने वाले जानवरों को डेटासेट में कम दर्शाया गया है। फिर भी, यह देखते हुए कि छोटे और मध्यम आकार के स्थलीय कशेरुक इस अध्ययन में सभी देखी गई मृत्यु दर के 95 प्रतिशत से अधिक हैं, इन प्रजातियों की आवश्यकताओं को शमन योजना का हिस्सा बनना होगा। जबकि फ्लाईओवर, सड़क चौड़ी करने के विपरीत, बड़ी प्रजातियों के लिए अतिरिक्त मृत्यु दर को रोक सकता है, वितान-आवास वाली प्रजातियों के मृत्यु दर के वर्तमान स्तर को कम करने के लिए छोटे वन्यजीव मार्ग, पुलिया, और आर्बरियल क्रॉसिंग की भी आवश्यकता है। शमन उपायों के लिए डिज़ाइन, जैसे अंडरपास या पुलिया, को भी मानसून और संबंधित बाढ़ को ध्यान में रखना चाहिए, विशेष रूप से मानसून के दौरान देखे गए हर्पटाइल्स और समग्र रूप से मृत जानवरों के उच्च अनुपात को देखते हुए। कुल मिलाकर, मानसून ने अपेक्षा से कम प्रभाव दिखाया; जबकि मानसून के दौरान आनुपातिक रूप से अधिक मृत जानवर देखे गए थे, यह प्रभाव काफी हद तक पक्षियों और हर्पटाइल्स तक सीमित था। अन्य प्रजातियां - खुरदार स्तनधारी, प्राइमेट, और मेसो-कार्निवोर - को शेष वर्ष के दौरान अधिक बार देखा गया।

हॉटस्पॉट विश्लेषण से यह भी पता चलता है कि Menon et al. द्वारा पहचाने गए हाथी गलियारों (2017), विशेष रूप से देवचूर और कंचनजुरी गलियारे, का उपयोग अन्य खुरदार स्तनधारी प्रजातियों द्वारा सफल क्रॉसिंग के लिए किया जा रहा है। यह इंगित करता है कि मौजूदा शमन उपाय, जैसे कि रंबल स्ट्रिप्स जो वाहनों को धीमा होने के लिए मजबूर करते हैं, चाहे के अनुसार काम कर रहे हैं। नियोजित फ्लाईओवर के साथ भी, यह सुनिश्चित करने के लिए इन क्षेत्रों का पुनरीक्षण करना महत्वपूर्ण है कि इन महत्वपूर्ण आवास लिंकेज पर सबसे उपयुक्त शमन उपायों को डिजाइन और कार्यान्वित किया जाता है, विशेष रूप से एशियाई हाथियों और एक सींग वाले गैंडों जैसी फोकल प्रजातियों के लिए। इन गलियारों का अधिक उपयोग इन क्षेत्रों को दीर्घावधि में अतिरिक्त मानव विकास के दबावों से बचाने के महत्व को भी दर्शाता है। NH-37 के आसपास के भूमि उपयोग पर आगे का शोध भी भूमि आच्छादन को वन्यजीव अवलोकन के हॉटस्पॉट से संबंध की जानकारी देकर अतिरिक्त संभावित क्रॉसिंग क्षेत्रों की पहचान करने में योगदान हो सकता है।

विभूति लहकर, ज्योति दास, और अरूप कुमार दास (आरण्यक) ने NH-37 पर वन्यजीव अवलोकनों पर डेटा एकत्र किया और प्रदान किया और इस रिपोर्ट को तैयार करने में योगदान दिया। अनिमेख हजारिका, अंकुर नहोक, और ज्योतिष रंजन डेका (आरण्यक) ने भी डेटा संग्रह और तैयारी में सहायता की। उपासना गांगुली (Wildlife Trust of India) ने हाथी गलियारों पर स्थानिक डेटा प्रदान किया। ग्रेस स्टोनसिफर (CLLC) ने स्थानिक विश्लेषण किया और रिपोर्ट का मसौदा तैयार किया। टायलर क्रीच (CLLC), रॉब एमैंट (CLLC/WTI) और टोनी क्लेवेंजर (WTI) ने भी रिपोर्ट में योगदान दिया।

सैगा मृग एक घुमंतू चरने वाली प्रजाति है जो मध्य एशिया के अर्ध-शुष्क रेगिस्तानों और स्टेपी घास के मैदानों में रहती है। इसे IUCN द्वारा गंभीर रूप से लुप्तप्राय के रूप में वर्गीकृत किया गया है और इसने 1990 के दशक के उत्तरार्ध से गंभीर अवैध शिकार दबाव, जलवायु परिवर्तनशीलता और बीमारी के कारण नाटकीय रूप से जनसंख्या गिरावट का अनुभव किया है (Milner-Gulland et al., 2001)। चारे की उपलब्धता और बर्फ की गहराई की प्रतिक्रिया में सैगा उत्तरी गर्मियों की सीमाओं और दक्षिणी सर्दियों की सीमाओं के बीच मौसमी रूप से स्थानांतरण करते हैं, और ये मौसमी सीमाएं 1,200 km तक की दूरी पर उपस्थित हो सकते हैं। मौसमी सीमाओं के भीतर स्थानीय प्रवास भी आम है और यह सैगा को बेहतर चारे या पानी के स्थान खोजने और आग, बाढ़ और मौसम की बदलावों से बचने में मदद करता है (Altyn Dala Conservation Initiative, 2021)।

अधिक जानकारी के लिए, कज़ाख़िस्तान की बेटपाक-डाला आबादी भी शामिल है, जो ऐतिहासिक रूप से सबसे बड़ी है। 2015 में, एक बीमारी के प्रकोप ने 200,000 से अधिक (इस क्षेत्र के झुंडों का 88 प्रतिशत) को मार डाला, लेकिन तब से इनकी तेजी से बढ़ोतरी हुई है और जनसंख्या अब लगभग 285,000 हो गई है (Altyn Dala Conservation Initiative, 2021)। हालांकि, बेटपाक-डाला आबादी की सीमा के भीतर LI विकास अब इसकी वापसी को रोकने या उलटने का डर पैदा करता है। कज़ाख़िस्तान की सरकार ने नूर-सुल्तान और अकटाऊ शहरों के बीच 2,000-km की पक्की सड़क बनाने की योजना बनाई है, जिसे सेंटर-वेस्ट रोड के नाम से जाना जाता है, जो इसकी सड़कों, रेलवे, और अन्य अवसंरचनाओं के विकास और आधुनिकीकरण के लिए US \$9 बिलियन की नूरली झोल आर्थिक प्रोत्साहन योजना का हिस्सा है। सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग का एक महत्वपूर्ण हिस्सा धूल युक्त सड़कों के रूप में मौजूद है, और कुछ हिस्सों को पक्का कर दिया गया है या किया जा रहा है। सैगा संरक्षण के लिए विशेष चिंता नूर-सुल्तान और इरगिज़ के बीच की 612-km की दूरी में है जो बेटपाक-डाला आबादी की सीमा को विभाजित करती है। इस भाग के अधिकांश हिस्से में प्राकृतिक स्टेपी मैदान हैं, जिनमें घास और पौधों के साथ ही कुछ पेड़ भी हैं।

इनमें से कई पौधे सैगा के घास के मैदानों में वृद्धि करने में मदद करते हैं। सैगा के घास के मैदानों में वृद्धि करने में मदद करने वाले पौधों में से कुछ हैं जो सैगा के घास के मैदानों में वृद्धि करने में मदद करते हैं। सैगा के घास के मैदानों में वृद्धि करने में मदद करने वाले पौधों में से कुछ हैं जो सैगा के घास के मैदानों में वृद्धि करने में मदद करते हैं।

सैंटर-वेस्ट रोड परियोजना बेटपाक-डाला आबादी को कैसे और कहां नुकसान पहुंचा सकती है।

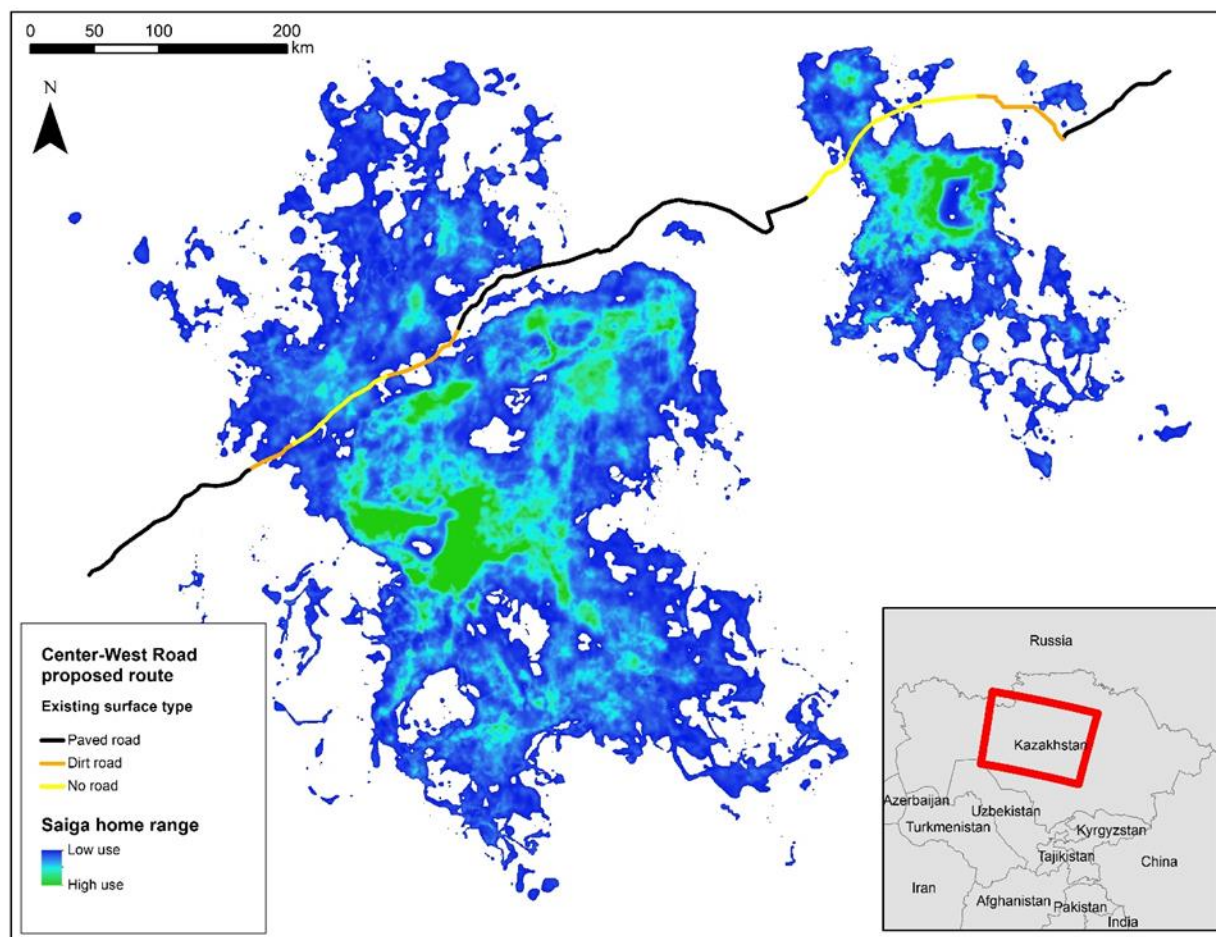
हमने यह पता लगाने के लिए GPS-कॉलर वाले सैगा से टेलीमेट्री डेटा का उपयोग किया कि सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग के साथ मौजूदा सड़कों की उपस्थिति और सतह के प्रकार से आवाजाही और स्थान के उपयोग

स्वरूप कैसे बनते हैं, और यह पता लगाने के लिए कि अतिरिक्त सड़क निर्माण और सुधार इन स्वरूपों को कैसे प्रभावित कर सकते हैं। हमने कज़ाकिस्तान के उद्योग और अवसंरचना विकास मंत्रालय (Ministry of Industry and Infrastructure Development of Kazakhstan) द्वारा तैयार किए गए योजना दस्तावेज़ों से सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग और मौजूदा सतह प्रकार (पक्की सड़क, धूल युक्त सड़क, या कोई सड़क नहीं) पर स्थानिक डेटा प्राप्त किया। हमने अल्टिन डाला कंजर्वेशन इनिशिएटिव (ADCI) के ढांचे में किए गए एक शोध अध्ययन के हिस्से के रूप में 2009 और 2017 के बीच GPS कॉलर से लैस 81 सैगाओं के लिए टेलीमेट्री डेटा प्राप्त किया। उन्हें दो समूहों, तेंगिज़ और तोर्गाई से कॉलर किया गया था, जिनका कब्जा बेटपाक-डाला आबादी की व्यापक सीमा के भीतर विभिन्न उपश्रेणियों पर है। प्रत्येक समूह वर्तमान में विभिन्न मौसमों में सेंटर-वेस्ट रोड के उत्तर और दक्षिण, हमने होम रेंज से सड़क पक्की करने के प्रभाव की जांच की। सबसे पहले, हमने प्रत्येक कॉलर वाले सैगा की होम रेंज में निवास करवाया। उन्हें 2.5 साल तक ट्रैक किया गया था, जिस समय के बाद जर्मिश से कॉलर गिर गए थे। रेंज का मानचित्रण करने के लिए ब्राउनियन ब्रिज मूवमेंट मॉडल का इस्तेमाल किया (Horne et al., 2007; Kranstauber et al., 2012)। ये मॉडल उनके रिकॉर्ड किए गए GPS स्थानों और हर दूसरे स्थानों के बीच बीते हुआ समय के आधार पर पूरे परिदृश्य में सैगा द्वारा उपयोग की संभावना का अनुमान लगाते हैं। हमने प्रत्येक के लिए 99 प्रतिशत (टेंगिज़ समूह) या 99.5 प्रतिशत (तोर्गाई समूह) उपयोग वितरण के रूप में होम रेंज की गणना की, फिर प्रत्येक समूह के भीतर सभी में इन वितरणों को समूह के समग्र स्थान उपयोग को दर्शाते हुए एक एकल संचयी होम रेंज में संयोजित किया। फिर हमने प्रत्येक समूह की होम रेंज पर सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग को ओवरले किया और होम रेंज को काटने वाले मार्ग के साथ प्रत्येक सतह प्रकार (पक्की सड़क, धूल युक्त सड़क, या कोई सड़क नहीं) को लेबाई का पता लगाया। हमने अध्ययन अवधि के दौरान कम से कम एक बार सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग को पार करने वाले 43 कॉलर वाले सैगा के देखे गए आवाजाही पथों की जांच की। हमने पता लगाया कि प्रत्येक ने अध्ययन अवधि के दौरान कितनी बार मार्ग को पार किया और प्रत्येक क्रॉसिंग स्थान की मौजूदा सतह के प्रकार (पक्की सड़क, धूल युक्त सड़क, या कोई सड़क नहीं) क्या है। प्रस्तावित मार्ग के विपरीत किनारों पर हर दूसरे GPS कॉलर वाले स्थानों के बीच एक सीधी रेखा का आवाजाही पथ मानकर क्रॉसिंग स्थानों का पता लगाया गया था। हमने जनसंख्या-स्तरीय मार्ग पार करने के आचरण को संक्षिप्त रूप देने के लिए इन क्रॉसिंग आंकड़ों को सभी में संयोजित किया।

परिणाम

तेंगिज़ और तोर्गाई समूह, दोनों की होम रेंज में सेंटर-वेस्ट रोड प्रस्तावित मार्ग के दोनों ओर के क्षेत्र शामिल हैं। तेंगिज़ होम रेंज का लगभग 19 प्रतिशत और तोर्गाई होम रेंज का 26 प्रतिशत मार्ग के उत्तर में स्थित है और निर्माण पूरा होने के बाद मार्ग के दक्षिण में बड़े होम रेंज क्षेत्रों से संभावित रूप से काट सकता है (चित्र 15)। होम रेंज के मानचित्र बताते हैं कि प्रस्तावित मार्ग के आसपास स्थानों का उपयोग और आवाजाही मौजूदा सड़कों से अत्यधिक बाधित होती है (तालिका 12)। टेंगिज़ समूह की होम रेंज मार्ग के 53 km पर अतिच्छादित होती है, जिनमें से सभी में वर्तमान में सड़क का अभाव है। तोर्गाई समूह की होम रेंज 125 km के मार्ग पर अतिच्छादन करती है, जिसमें से 4.8 km धूल युक्त सड़क है या सड़क की कमी है। दोनों समूहों की होम रेंज मार्ग के पहले से ही पक्के हिस्से के लगभग 5 km के भीतर लगभग सभी क्षेत्रों को बाहर कर देती है (चित्र 15)। अध्ययन अवधि के दौरान तेंगिज़ समूह से तीस कॉलर वाले सैगा और तोर्गाई समूह से 13 ने सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग को पार किया। अध्ययन अवधि के दौरान उनमें से प्रत्येक ने औसतन 5.8 बार मार्ग पार किया, कुछ ने तो 20 बार तक पार किया। सामूहिक रूप से, कॉलर वाले सैगा ने प्रस्तावित मार्ग पर 249 बार आवाजाही की, जिसमें से 13 बार प्रस्तावित मार्ग के 2 प्रतिशत से अधिक। तोर्गाई और तेंगिज़ आबादी के कब्जे वाले सामान्य क्षेत्र में पक्का है (चित्र 15), इससे पता चलता है कि सैगा पक्की सड़क वाले भागों से बचने का एक मजबूत स्वरूप

प्रदर्शित करते हैं; इसके बजाय, सैगा प्रस्तावित मार्ग को उन क्षेत्रों से पार करना पसंद करते हैं जहां धूल युक्त सड़क है या जहां अभी तक कोई सड़क मौजूद नहीं है।



चित्र 15: मध्य कज़ाकिस्तान में बेटपाक-डाला सैगा मृग आबादी के तोर्गाई समूह (बीच में बाएं) और तेंगिज़ समूह (ऊपरी दाएं) की होम रेंज। सेंटर-वेस्ट रोड का प्रस्तावित मार्ग दोनों समूहों की होम रेंज को द्विभाजित करता है।

तालिका 12: सेंटर-वेस्ट रोड प्रस्तावित मार्ग के साथ बेटपाक-डाला सैगा आबादी के तेंगिज़ और तोर्गाई समूहों की होम रेंज का अतिच्छादन

होम रेंज के साथ अतिच्छादन की लंबाई (km)		
मौजूदा सतह प्रकार	तेंगिज़ समूह	तोर्गाई समूह
कोई सड़क नहीं	53.6	75.4
धूल युक्त सड़क	0	44.4
पक्की सड़क	0	4.8

तालिका 13: अध्ययन अवधि के दौरान बेटपाक-डाला आबादी से 43 कॉलर वाले सैगा मृग द्वारा सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग के देखे गए क्रॉसिंग की संख्या

तालिका 13: अध्ययन अवधि के दौरान बेटपाक-डाला आबादी से 43 कॉलर वाले सैगा मृग द्वारा सेंटर-वेस्ट रोड के प्रस्तावित मार्ग के देखे गए क्रॉसिंग की संख्या

मौजूदा सतह प्रकार	क्रॉसिंग की संख्या	क्रॉसिंग का प्रतिशत
कोई सड़क नहीं	203	81
धूल युक्त सड़क	40	16
पक्की सड़क	6	2

चर्चा

हमारे स्थानिक विश्लेषण के परिणाम इस बात के पुख्ता सबूत देते हैं कि बेटपाक-डाला सैगा आबादी का आवागमन और स्थान उपयोग पक्की सड़कों द्वारा सीमित है। तेंगिज़ और तोर्गाई समूहों की होम रेंज सेंटर-वेस्ट रोड प्रस्तावित मार्ग के बड़े हिस्से में फैली हुई है, लेकिन लगभग पूरी तरह से पक्की सड़क वाले भागों और उनके आसपास के क्षेत्रों से दूर होती है। आवागमन के आंकड़ों से संकेत मिलता है कि मौसमी प्रवास के दौरान सैगा नियमित रूप से सेंटर-वेस्ट रोड प्रस्तावित मार्ग को पार कर रहे हैं, लेकिन ये क्रॉसिंग लगभग विशेष रूप से धूल युक्त सड़कों या बिना सड़कों वाले क्षेत्रों में होती हैं। इस प्रकार, सेंटर-वेस्ट रोड प्रस्तावित मार्ग को पूरी तरह पक्का करने से सड़क के पास आवास की गुणवत्ता कम होने की संभावना है, और इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि इससे महत्वपूर्ण मौसमी प्रवास के हिस्से के रूप में सैगा को पार करने में बाधा पड़ेगी और उनके बीच सीमित आवागमन होगा। पक्की सड़कों पर आवाजाही किस हद तक होती है यह वाहन यातायात की मात्रा पर निर्भर कर सकता है। यदि यातायात की मात्रा इतनी अधिक है कि सड़क कुल अवरोध के रूप में कार्य करती है, तो सैगा होम रेंज का एक महत्वपूर्ण हिस्सा दुर्गम हो जाएगा, और सैगा गर्मियों के दौरान उच्च जनसंख्या घनत्व और खराब चारा गुणवत्ता का अनुभव करेगा और सर्दियों में मौसम की कठोर स्थिति में दूर जाने में असमर्थ होगा। यदि यातायात की मात्रा कम है और आवाजाही के लिए केवल एक आंशिक बाधा प्रस्तुत करता है, तब भी सैगा को पार करने में संकोच होगा और इसलिए उनकी गर्मियों की सीमा और वहां उपलब्ध उच्च गुणवत्ता वाले चारा तक पहुंचने में देरी हो सकती है। लंबी अवधि में, सेंटर-वेस्ट रोड परियोजना के कारण सैगा के लिए उपलब्ध संसाधनों में कमी के परिणामस्वरूप आनुवंशिक विविधता और जनसंख्या के परिमाण में गिरावट आ सकती है। इन सड़क प्रभावों के अवैध शिकार, संक्रामक रोग, जलवायु परिवर्तन और चरम मौसम सहित सैगा के सेंटर-वेस्ट सड़कों के प्रभावों के साथ संभावित प्रभावों को कम करने के लिए हमें प्रस्तावित मार्ग को पक्का करने से इनकार करना चाहिए।

यह मार्ग "यूनिवर्सल स्टेट नेचुरल जकाइनिक" (अभयारण्य) के भीतर प्राकृतिक, अछूते स्टेपी को काटते हैं, जो एक PA, 1976 से एक रामसर साइट और एक की बायोडायवर्सिटी एरिया (प्रमुख जैव विविधता क्षेत्र) है। यह मार्ग यरगिज़-तोर्गाई-जिलांशिक पारिस्थितिक गलियारे के समूहों, इरगिज़-तुर्गाई राज्य प्रकृतिक आरक्षित भूमि, और अल्टीन डाला राज्य प्रकृतिक आरक्षित भूमि के समूहों के बीच से भी गुजरता है, जिनमें से सभी को सैगा मृगों के प्रवास, बछड़े को जन्म देने और गर्मियों के चरागाहों की रक्षा के लिए स्थापित किया गया था, जिसके लिए उनके बीच अच्छे संपर्क की आवश्यकता होती है। इन भागों में पक्की सड़क का निर्माण संरक्षण की चिंता वाली अन्य प्रजातियों को प्रभावित कर सकता है। क्षेत्र में आर्द्रभूमि कई दुर्लभ पक्षी प्रजातियों के लिए पंखों को झाड़ने की जगह प्रदान करती है और

25,000 जोड़े जलपक्षियों के लिए प्रजनन स्थल प्रदान करती है, जिनमें डालमेशियन पेलिकन और व्हाइट-हेडेड डक शामिल हैं।

कज़ाकिस्तान के उद्योग और अवसंरचना विकास मंत्रालय (Ministry of Industry and Infrastructure Development) ने पक्की सड़क के पार सुरक्षित वन्यजीव मार्ग की सुविधा के लिए क्रॉसिंग संरचनाओं (जैसे, ओवरपास और अंडरपास) की एक शृंखला स्थापित करके सैगा और अन्य वन्यजीवों पर सेंटर-वेस्ट रोड के प्रभावों को कम करने का प्रस्ताव दिया है। हालांकि, जीवविज्ञानियों का मानना है कि सैगा द्वारा इन संरचनाओं का उपयोग करने की संभावना नहीं है और सड़क पक्की हो जाने और वाहन यातायात की उच्च मात्रा का अनुभव होने के बाद वे सड़क से पूरी तरह से दूर हो जाएंगे। यह भी स्पष्ट नहीं है कि सैगा क्रॉसिंग के अवसरों को अधिकतम करने के लिए क्रॉसिंग संरचनाएं आदर्श रूप से कहाँ स्थित होनी चाहिए क्योंकि सैगा द्वारा उपयोग किए जाने वाले प्रवासी पथ प्रत्येक क्रॉसिंग पर सैगा प्रवासी पथों की संख्या को कम करती हैं। बेटपाक-डाला आबादी की सीमा को द्विभाजित करने से बचते हुए सेंटर-वेस्ट रोड को फिर से बनाना, सैगा पर गंभीर प्रभावों से बचने के लिए सबसे अच्छा विकल्प हो सकता है। ADCI ने एक वैकल्पिक मार्ग की पहचान की है जिस पर प्रारंभिक व्यवहार्यता अध्ययन के दौरान सरकारी योजनाकारों द्वारा विचार किया गया था; यह कुल मार्ग की लंबाई में केवल 50 km जोड़ते हुए सैगा की सीमा को बाईपास करके सैगा पर प्रभावों को कम करेगा। यह वैकल्पिक मार्ग समग्र निर्माण लागत को कम कर सकता है क्योंकि यह मौजूदा, पहले से विकसित सड़कों का अनुसरण करेगा। यह क्षेत्र में छोटे मानव बस्तियों को बड़े समुदायों के साथ जोड़कर आर्थिक लाभ भी प्रदान करेगा।

योगदान

कज़ाकिस्तान में ADCI ढांचे में सैगा आवागमन पर डेटा एकत्र किया गया था। स्टीफन जुथर और अल्बर्ट सलेमगारेयेव ने डेटा संग्रह, प्रसंस्करण और विश्लेषण की जिम्मेदारी ली। स्टेफनी वार्ड ने ADCI की ओर से रिपोर्ट की समीक्षा की, जिसे मुख्य रूप से कज़ाकिस्तान की जैव विविधता के संरक्षण के लिए एसोसिएशन द्वारा लागू किया गया है और Committee for Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of Kazakhstan की साझेदारी में Fauna & Flora International, Frankfurt Zoological Society, और Royal Society for the Protection of Birds द्वारा वित्तीय और तकनीकी रूप से समर्थित है। टायलर क्रीच (CLLC) ने रिपोर्ट तैयार की। रॉब एमैट (CLLC/WTI) और टोनी क्लेवेंजर (WTI) ने भी रिपोर्ट में योगदान दिया।

विश्लेषण 5: थाईलैंड में भावी बिजली लाइन के विकास से महत्वपूर्ण पक्षी क्षेत्रों को खतरा

बिजली लाइनें बिजली उत्पादन केंद्रों (जैसे, जलविद्युत बांध, परमाणु संयंत्र, और सौर फार्म) से ऊर्जा खपत के क्षेत्रों जैसे शहरों और औद्योगिक केंद्रों के साथ-साथ उन सबस्टेशनों तक ऊर्जा पहुंचाती हैं, जहां से ऊर्जा को ऊर्जा की मांग वाले छोटे केंद्रों में सेवा प्रदान करने वाली वितरण लाइनों में भेजा जाता है। पूरे परिदृश्य में बिजली लाइनों का नेटवर्क पर्यावरण को कई तरह से प्रभावित कर सकता है, जिसमें आवास का नुकसान, क्षरण और विखंडन; ध्वनिक और विद्युत चुम्बकीय विक्षोभ; और इलेक्ट्रोक्यूशन और टक्करों से वन्यजीवों की प्रत्यक्ष मृत्यु शामिल हैं (Biasotto & Kindel, 2018; Ferrer & Janns, 1999)। बिजली लाइनों से मृत्यु कई पक्षी प्रजातियों के लिए एक महत्वपूर्ण समस्या है, विशेष रूप से बड़ी पक्षी प्रजातियों के लिए जो सक्रिय तारों का उपयोग उनपर बैठने के लिए करती हैं (Chevallier et al., 2015)। आमतौर पर बिजली के झटके या बिजली की लाइनों से टकराने से मारे गए पक्षी समूहों में बस्टर्ड, फ्लेमिंगो, क्रेन, वाटरफॉवल, शोरबर्ड, गेमबर्ड और रैप्टर शामिल हैं; बिजली लाइन मृत्यु दर की पहचान इन समूहों में से कई प्रजातियों की जनसंख्या में गिरावट के कारक के रूप में की गई है (A. R. Jenkins et al., 2010)। थाईलैंड इन अक्सरक्षित पक्षी समूहों में से कई का घर है और इसके पास राष्ट्रीय पावर ग्रिड के विस्तार की महत्वोपेक्षा योजनाएं हैं, इसलिए बिजली लाइन विकास से इसकी जैव विविधता के लिए खतरा अधिक है। थाईलैंड भारत-बर्मा जैव विविधता हॉटस्पॉट का हिस्सा है (Myers et al., 2000), जो दुनिया के सबसे जैविक रूप से महत्वपूर्ण क्षेत्रों में से एक है। 936 पक्षी प्रजातियों के साथ, यहां सभी देशों में से 17वीं उच्चतम पक्षी प्रजाति समृद्धि है। इसमें 67 विश्व स्तर पर संकटग्रस्त पक्षी प्रजातियां हैं, जो सभी देशों में से 12वीं सबसे अधिक हैं (BLI, 2021)। लेकिन आवास का नुकसान और प्रजातियों के लिए अन्य खतरे बढ़ रहे हैं। 1961 से 2009 के बीच स्थलीय वनावरण देश के 53 प्रतिशत से घटकर 32 प्रतिशत रह गया (Convention on Biological Diversity, 2021), जो वनों में रहने वाली पक्षियों और अन्य वन्यजीवों के लिए आवास का एक बड़ा नुकसान है। थाईलैंड में ऊर्जा की मांग को पूरा करने के लिए बिजली लाइन के निर्माण के परिणामस्वरूप निकट भविष्य में अतिरिक्त आवास का नुकसान और पक्षियों की प्रत्यक्ष मृत्यु होने की संभावना है, जिसमें 2017 और 2036 के बीच 78 प्रतिशत की बढ़ती की भविष्यवाणी यही, हम थाईलैंड में पक्षी प्रजातियों के लिए असाधारण महत्व के क्षेत्रों को प्रभावित करने के लिए प्रस्तावित बिजली लाइनों की क्षमता का एक सरल स्थानिक विश्लेषण करते हैं।

तरीके

हमने इम्पोर्टेंट बर्ड एंड वायोडायवर्सिटी एरिया (IBAs) के साथ थाईलैंड में प्रस्तावित बिजली लाइनों के मार्गों को ओवरले किया। IBAs ऐसे क्षेत्र हैं जिन्हें विश्व स्तर पर संकटग्रस्त, प्रतिबंधित-सीमा और कॉन्ग्रेगेटरी प्रजातियों की उपस्थिति के आधार पर प्राकृतिक रूप से मौजूद पक्षियों की आबादी की दीर्घकालिक जीवनक्षमता के लिए महत्वपूर्ण माना जाता है। हमने अधिक सामान्य KBAs के बजाय IBAs पर ध्यान केंद्रित किया क्योंकि हम विशेष रूप से उन पक्षियों पर पड़ने वाले प्रभावों में रुचि रखते थे, जो बिजली लाइनों से प्रभावों के प्रति अतिसंवेदनशील होते हैं (संलग्नक 4 देखें)। हमने BirdLife International से IBAs पर स्थानिक डेटा प्राप्त किया (BLI, 2020)। हम इस त्वरित आकलन के लिए सीधे सरकार से स्थानिक डेटा प्राप्त करने में असमर्थ थे, इसलिए हमने हाल ही के थाईलैंड पावर डेवलपमेंट प्लान के एक मानचित्र से प्रस्तावित बिजली लाइनों के मार्गों को डिजिटाइज़ किया (Energy Policy and Planning Office, 2019)। 2018 योजना में प्रदान की गई जानकारी का उपयोग करके, हमने प्रत्येक प्रस्तावित बिजली लाइन को एक नई निर्माण परियोजना (यानी, जो मौजूदा बिजली लाइन मार्ग का पालन नहीं करती है) या एक सुधार (यानी, मौजूदा मार्ग में जोड़ी गई नई लाइनें) के रूप में वर्गीकृत किया। हमने प्रत्येक परियोजना को वर्तमान में निर्माणाधीन या एक भविष्य की परियोजना के रूप में वर्गीकृत किया जिसे अभी शुरू किया जाना है (अप्रैल 2019 में थाईलैंड की योजना प्रकाशन के अनुसार)।

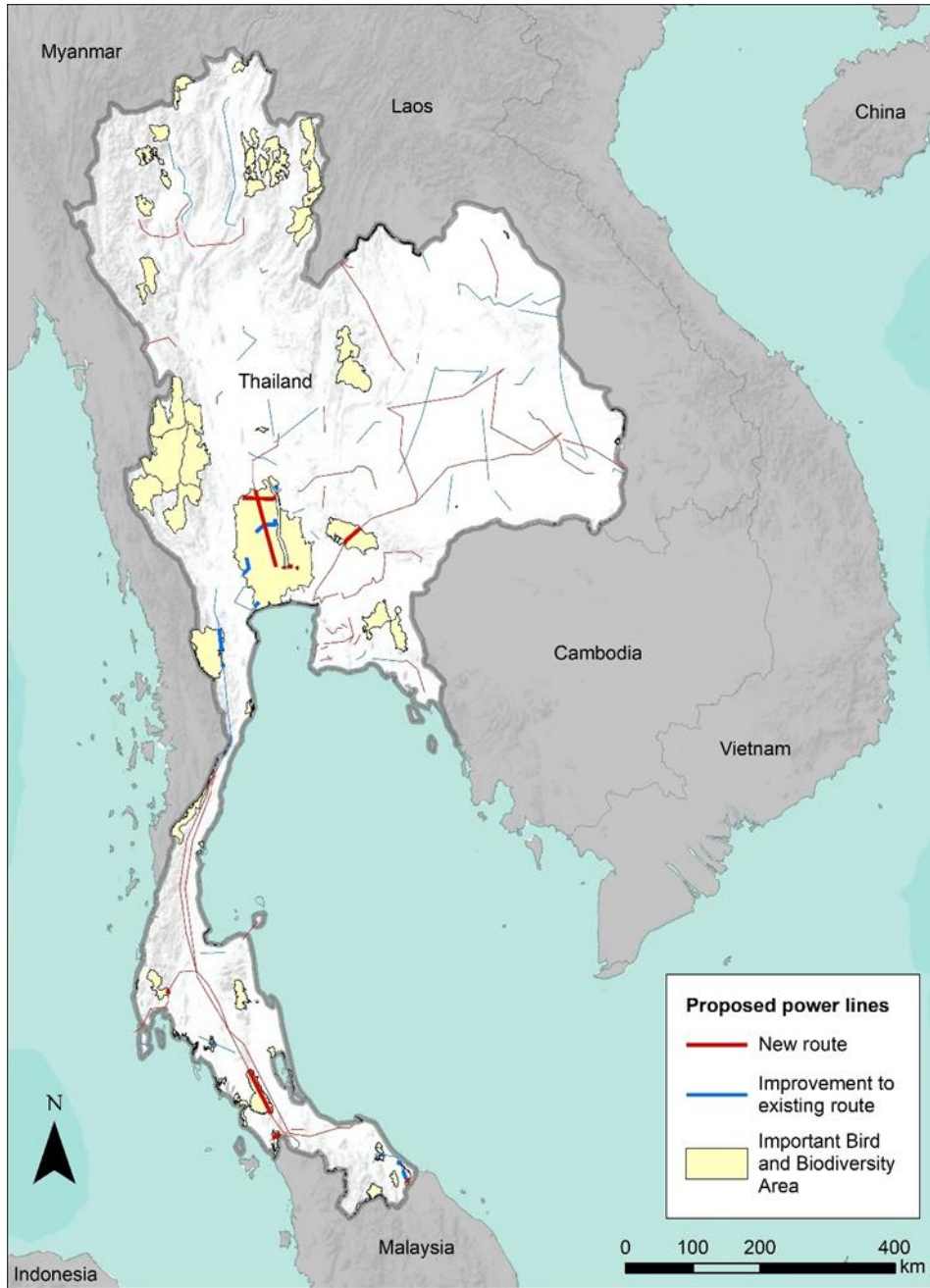
हमने परियोजना प्रकार (नए या सुधार) और परियोजना की स्थिति (निर्माणाधीन या भविष्य की परियोजना) द्वारा प्रस्तावित बिजली लाइनों की कुल लंबाई की गणना करके प्रस्तावित पावर ग्रिड विस्तार की सीमा का वर्णन किया। हमने पक्षियों की आबादी को नुकसान की संभावना के एक उपाय के रूप में IBAs को काटने वाली प्रस्तावित बिजली लाइनों की लंबाई की गणना की। चूंकि कुछ पावर ट्रांसमिशन मार्गों में एकाधिक, समानांतर लाइनें होती हैं, इसलिए हमने मार्ग की लंबाई और सर्किट लंबाई दोनों की गणना की, जिनमें से सर्किट लंबाई मार्ग की लंबाई और मार्ग के समानांतर लाइनों की संख्या, दोनों को दर्शाती है।

परिणाम

थाईलैंड के पावर डेवलपमेंट प्लान के तहत 2037 तक पावर ग्रिड में 7,026 km की कुल लंबाई और 12,718 km की सर्किट लंबाई वाली बिजली लाइनों को जोड़ने का प्रस्ताव है (तालिका 14, चित्र 16)। इस अनुमानित मार्ग की लंबाई की वृद्धि में लगभग 65 प्रतिशत नए मार्गों में निर्मित बिजली लाइनें शामिल होंगी, जबकि शेष 35 प्रतिशत में मौजूदा मार्गों (यानी, सुधार) के साथ जोड़ी गई बिजली लाइनें शामिल होंगी। अप्रैल 2019 तक, प्रस्तावित बिजली लाइनों के मार्ग की लंबाई का 73 प्रतिशत और सर्किट की लंबाई का 81 प्रतिशत पहले से ही निर्माणाधीन था। प्रस्तावित बिजली लाइनें थाईलैंड में नौ IBAs को काटेगी: बू दो-सुंगई पड़ी, चालोम प्रा कीत, केंग क्राचन, खाओ बन्थाद, खाओ नोर चुची, खाओ याई, लोअर सेंट्रल बेसिन, थलेबन, और टोनपरीवत (चित्र 16)। प्रस्तावित बिजली लाइनों की कुल मार्ग लंबाई का लगभग 468 km (6.7 प्रतिशत) IBAs को काटेगा, और सर्किट की लंबाई (880 km, 6.9 प्रतिशत) की बात की जाए तो ये आंकड़े और अधिक होते हैं। प्रस्तावित बिजली लाइनों के कटने वाले IBAs मुख्य रूप से दक्षिणी प्रायद्वीपीय थाईलैंड में या बैंकॉक के सामान्य रूप से आसपास के क्षेत्र में स्थित हैं। जबकि कुछ प्रस्तावित बिजली लाइनें IBAs से सीधे कटती हुई प्रतीत होती हैं, IBAs की सीमाओं के पास से गुजरने वाली लाइनें अधिकतर समानांतर हैं। एंड वायोडायवर्सिटी एरिया (IBAs) में प्रस्तावित बिजली लाइनों की लंबाई

तालिका 14: थाईलैंड और इम्पोर्टेंट बर्ड एंड वायोडायवर्सिटी एरिया (IBAs) में प्रस्तावित बिजली लाइनों की लंबाई सर्किट लंबाई मार्ग में समानांतर बिजली लाइनों की संख्या से गुणा की गई मार्ग की लंबाई है

		सभी बिजली लाइनें	IBAs के भीतर बिजली लाइनें	IBAs के भीतर प्रतिशत
मार्ग की लंबाई (km)	नया	4,579	315	6.9
	सुधार	2,448	153	6.2
	भावी	1,902	53	2.8
	निर्माणाधीन	5,124	415	8.1
	सभी वर्ग	7,026	468	6.7
सर्किट लंबाई (km)	नया	9,291	660	7.1
	सुधार	3,427	221	6.4
	भावी	2,443	72	2.9
	निर्माणाधीन	10,275	809	7.9
	सभी वर्ग	12,718	880	6.9



चित्र 16: थाईलैंड में प्रस्तावित बिजली लाइनों और इम्पोर्टेंट बर्ड एंड बायोडायवर्सिटी एरिया (IBAs)। मोटी रेखाएं प्रस्तावित बिजली लाइनों के उन वर्गों को दर्शाती हैं जो IBAs को काटेंगे।

चर्चा

थाईलैंड पावर प्लान राष्ट्रीय पावर ग्रिड के पर्याप्त विस्तार करने की बात करता है, जिसमें उन क्षेत्रों को शामिल किया गया है जो पक्षियों और अन्य टैक्सा के संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण हैं। यदि सभी प्रस्तावित बिजली लाइनों का निर्माण कर लिया जाता है, तो यह मार्च 2017 तक के राष्ट्रीय ग्रिड की कुल सर्किट लंबाई में 38 प्रतिशत की वृद्धि को दर्शाएगा (IRENA, 2017)। अधिकांश प्रस्तावित विस्तार में मौजूदा मार्गों में सुधार के बजाय नए मार्गों का निर्माण

इन क्षेत्रों में प्रस्तावित बिजली लाइन विकास के विस्तार के कारण चार IBAs में विशेष रूप से पक्षियों की आबादी को नुकसान पहुंचने की संभावना अधिक है। बैंकॉक से लगभग 100 km उत्तर पूर्व में खाओ याई नेशनल पार्क थाईलैंड का तीसरा सबसे बड़ा नेशनल पार्क है और इसका 80 प्रतिशत वन है। यह डोंग फायायेन-खाओ याई फॉरेस्ट कॉम्प्लेक्स, एक नेचुरल वर्ल्ड हेरिटेज सीरियल साइट का हिस्सा है। खाओ याई विश्व स्तर पर संकटग्रस्त सिल्वर ओरियोल के लिए केवल कुछ ही ज्ञात शीतकालीन स्थलों में से एक है और ऐसी कई अन्य पक्षी प्रजातियों का घर है जो विश्व स्तर पर संकटग्रस्तता के निकट या असुरक्षित हैं, जिनमें ब्राउन हॉर्नबिल, ग्रेट हॉर्नबिल, ओरिएंटल डार्टर, स्पाट-बिल्ड पेलिकन, पेल-कैण्ड कबूतर, और कोरल-बिल्ड ग्राउंड-कू शामिल हैं (BLI, 2021a; IUCN and UNEP, 2017)। प्रस्तावित नई बिजली लाइनें 34 km की लंबाई और 68 km की सर्किट लंबाई के साथ इस क्षेत्र में खाओ बनथाड वाइल्डलाइफ सैंक्चुअरी चूना पत्थर की पहाड़ियों का एक क्षेत्र है जहां सदाबहार वनों का प्रभुत्व है। यह IBAs विश्व स्तर पर संकटग्रस्त वालेस हॉक ईगल और 32 संकटग्रस्तता के निकट वाली प्रजातियों को आश्रय देती है, जिनमें झुर्रीदार हॉर्नबिल और गोल्डेन-थ्रोटेड बारबेट शामिल हैं (BLI, 2021c)। 73 km की लंबाई और 146 km की सर्किट लंबाई की प्रस्तावित नई बिजली लाइनें इस IBAs को अपनी पूर्वी सीमा के पास से पार करेंगी।

(संलग्नक 4 देखें)। बिजली की लाइनों के कारण वितान आवरण में विभाजन भी अर्बोरियल प्रजातियों के आवास को

खंडित करता है और विशेष रूप से गिबबन जैसी प्रजातियों के लिए हानिकारक हो सकता है जो पूरी तरह से अर्बोरियल होते हैं और कभी भी वितान विभाजन को पार करने के लिए जमीन पर नहीं आते हैं।

हमने IBAs पर बिजली लाइन के प्रभावों पर ध्यान केंद्रित करना चुना क्योंकि पक्षियों और अन्य टैक्सा के संरक्षण के लिए इन क्षेत्रों का महत्व बहुत अधिक और अच्छी तरह से स्थापित है। हालांकि, जैव विविधता पर IBAs के बाहर नई या सुधार की गई बिजली लाइनों का भी प्रभाव होगा। थाईलैंड ईस्ट एशियन-ऑस्ट्रेलियन फ्लाईवे के अंतरगत है, जिसका उपयोग दक्षिण पूर्व एशिया और आस्ट्रेलिया में आर्कटिक और सर्दियों के मैदानों में प्रजनन के मैदानों के बीच यात्रा करने वाले लाखों प्रवासी पक्षी करते हैं। थाईलैंड से होकर प्रवास करने वाले पक्षियों का सामना नई बिजली लाइनों से हो सकता है और उन्हें नुकसान पहुंच सकता है, जिसमें IBAs के बाहर स्टॉपओवर स्थानों के बीच पक्षियों और अन्य प्रजातियों पर बिजली लाइनों के प्रभाव को कम करने के लिए कई विकल्प मौजूद हैं। बिजली लाइनों को आदर्श रूप से उन क्षेत्रों से बचते हुए, फिर से गुजारा जाना चाहिए जहां प्रजातियों पर प्रभाव अस्वीकार्य हैं, जैसे PAs और महत्वपूर्ण आवास पट्टियां। जहां मार्ग बदलने का विकल्प मौजूद न हो, वहां बिजली लाइनों को भूमिगत कर देना बेहतर हो सकता है (Silva et al., 2014), लेकिन इलेक्ट्रोक्यूशन और टकराव से पक्षी मृत्यु दर से बचना आवश्यक है, हालांकि यह महंगा हो सकता है और फिर भी निर्माण चरण के दौरान प्रजातियों पर प्रभाव डालता है। जहां न ही मार्ग बदलना संभव है और न ही भूमिगत लाइनें, वहां पक्षी मृत्यु दर को कम करने के लिए कई प्रकार के शमन उपायों का सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है: पक्षियों को लाइनों पर बैठने से रोकने वाले उपाय (जैसे, घूमने वाले दर्पण, ब्रश डिफ्लेक्टर और स्पाइक्स), सक्रिय तारों के संपर्क को रोकने वाले उपाय (जैसे, इन्सुलेटर कैप्स और तारों को फिर से कॉन्फिगर करना), और टकराव को कम करने के लिए तारों की दृश्यता को बढ़ाने वाले उपाय (जैसे, फ्लाइट डायवर्टर और वायर मार्किंग)। ये उपाय प्रभावशीलता के मामले में भिन्न हैं, लेकिन कुछ को मृत्यु दर को 91 प्रतिशत तक कम करते हुए भी दिखाया गया है (Barrientos et al., 2012; Dixon et al., 2018, 2019), और कई अपेक्षाकृत कम लागत और स्थापित करने के लिए तकनीकी रूप से सरल हैं (Mahood, 2021)। बिजली लाइनों से प्राइमेट्स की मृत्यु दर को कम करने के लिए शमन उपाय भी उपलब्ध हैं, राष्ट्रीय स्तर पर को देखकर हाथ में बिजली लाइन किया गया था, जो IBAs के साथ अतिच्छादन के बारे में हमारे जैसे कि प्राइमेट को शीघ्र तक पहुंचने से रोकने के लिए बिजली लाइन के पोल पर धातु से बना ढाल। निष्कर्षों को प्रभावित कर सकता है। यह समस्या उन क्षेत्रों में सबसे अधिक है जहां एक प्रस्तावित बिजली लाइन मार्ग किसी IBAs की सीमा के करीब है और एक छोटी स्थानिक त्रुटि अतिच्छादन का संकेत दे सकती है जहां कोई मौजूद नहीं है, खासकर जहां मार्गों को जानबूझकर PAs की सीमाओं के बाहर से गुजारने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इस कारण से, हमारा राष्ट्रीय स्तर का विश्लेषण प्रारंभिक स्क्रीनिंग टूल के रूप में सबसे उपयुक्त है, और उन क्षेत्रों में सूक्ष्म पैमाने पर, परियोजना-स्तरीय विश्लेषणों पर विचार किया जाना चाहिए जहां हमारा विश्लेषण IBAs के साथ कटान का सुझाव देता है। हालांकि, हमें ध्यान है कि वे बिजली लाइनें जो निकट हैं लेकिन IBAs के भीतर नहीं हैं, उनमें भी जैव विविधता को प्रभावित करने की क्षमता है, विशेष रूप से अत्यधिक आवागमन करने वाली पक्षी प्रजातियों को जो अक्सर IBAs सीमाओं के पार जाती हैं।

यह रिपोर्ट मैट बेल (WTI), टायलर क्रीच (CLLC), रॉब एमेट (CLLC/WTI), ग्रेस स्टोनसिफर (CLLC) और टोनी क्लेवेंजर (WTI) द्वारा तैयार की गई थी। चैतन्य कृष्णा (परामर्शदाता वन्यजीव जीवविज्ञानी, भारत) और पेच मनोपवित्र (परामर्शदाता संरक्षण वैज्ञानिक, थाईलैंड) ने भी रिपोर्ट में योगदान दिया।

विश्लेषण 6: खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल पर मंगोलिया में नियोजित पक्की सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव

दक्षिण-पूर्वी मंगोलिया में गोबी स्टेपी पारिस्थितिकी तंत्र प्रवासी खुरदार स्तनधारियों के लिए अंतिम अपेक्षाकृत अक्षुण्ण पारिस्थितिकी तंत्र में से एक के रूप में कार्य करता है (Ito et al., 2013; Joly et al., 2019) और खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल, दोनों की सबसे बड़ी शेष आबादी का घर है (Buuveibaatar et al., 2017)। दक्षिणपूर्वी मंगोलिया में खुलन की आबादी द्वारा तय की गई कुल समग्र वार्षिक दूरी किसी भी प्रजाति में सबसे अधिक में से एक है - 6,145 km / वर्ष तक (Joly et al., 2019)। जबकि खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल, दोनों को प्रवासी माना जाता है, जरूरी नहीं कि वे हर मौसम में एक ही रास्ते का पालन करें; इसके बजाय, उनके आवागमन अधिक घुमंतू और गुणवत्ता वाले चारे की खोज से प्रेरित होते हैं, और जो उतार-चढ़ाव वाले वर्षा स्वरूपों से प्रेरित होते हैं (Batsaikhan et al., 2014)। गोइर्टर्ड गज़ेल को IUCN रेड लिस्ट में असुरक्षित के रूप में सूचीबद्ध किया गया है, जबकि खुलन को संकटग्रस्तता के निकट के रूप में सूचीबद्ध किया गया है, और दोनों प्रजातियों को कॉन्वेंशन ऑन माइग्रेटरी स्पेसिस (प्रवासी प्रजातियों पर सम्मेलन) के माध्यम से संरक्षित भी किया गया है। मानवीय प्रभावों ने ऐतिहासिक स्तरों पर गोबी, मंगोलिया की आबादी के विस्तार से मौजूदा पक्की सड़कों और रेलवे के अतिरिक्त दबाव को देखी जाती है। तंत्र में खोज और आवास के निर्माण के लिए प्रभावों का विश्लेषण करने के लिए, हमने खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल के लिए एक नई पक्की सड़कों का निर्माण किया जा रहा है (Batsaikhan et al., 2014)। जैसे-जैसे नए अवसंरचनाओं का निर्माण होता है, यह परिदृश्य को उकेरता, खुरदार स्तनधारियों के आवास को खंडित करता और आवागमन में अवरोध पैदा करता जाता है (Ito et al., 2013)। पिछले अध्ययनों में पाया गया है कि खुलन विशेष रूप से रेलवे से प्रभावित होते हैं, जो आमतौर पर बाड़ से घिरे होते हैं; एक अध्ययन में पाया गया है कि पूर्वी मंगोलिया में ट्रांस मंगोलिया रेलमार्ग खुरदार स्तनधारियों के आवागमन में एक पूर्ण अवरोध पैदा करता है, जिससे खुलन की एक आबादी को आगे पूर्व के अतिरिक्त उपयुक्त आवास से काट दिया जाता है (Kaczensky et al., 2011)। मंगोलिया और चीन के बीच की सीमा दक्षिणी मंगोलिया में खुरदार स्तनधारियों के आवागमन को और सीमित करती, जो लगभग पूरी तरह से बाड़ से घिरी हुई है (Linnell et al., 2016)। अंत में, आवास को खंडित करने और जानवरों के आवागमन को सीमित करने के अलावा, LI द्वारा सुगम मानव पहुंच में वृद्धि से अवैध शिकार का अतिरिक्त दबाव (Kaczensky et al., 2006) या सीमा के रूप में उच्च मानव घनत्व हो सकता है, जिससे खुरदार स्तनधारियों के आवास पर नियोजित LI के संभावित प्रभावों को प्रदर्शित करने के लिए एक स्थानिक विश्लेषण करते हैं।

तरीके

हमने Wildlife Conservation Society के मंगोलिया प्रोग्राम से 20 खुलन और 20 गोइर्टर्ड गज़ेल के लिए टेलीमेट्री डेटा प्राप्त किया, साथ ही नियोजित और मौजूदा पक्की सड़कों और नियोजित, निर्माणाधीन और मौजूदा रेलवे पर स्थानिक डेटा प्राप्त किया। अलग-अलग भूमि प्रबंधन और विकास की तीव्रता वाले क्षेत्रों में आवास के उपयोग की जांच करने वाली अनुसंधान परियोजनाओं के हिस्से के रूप में कॉलर वाले जानवरों को पकड़ लिया गया था, और इसीलिए वे खुलन या गोइर्टर्ड गज़ेल आबादी के विस्तार का प्रतिनिधि नमूना नहीं थे। हमने गज़ेल कॉलर की शुरुआत और पूर्णप्राप्ति अवधि से जुड़े स्थानिक डेटा के बिंदुओं को हटा दिया। हमने कॉलर वाले पर मौजूदा और नियोजित LI के संभावित प्रभाव का दो तरह से पता लगाया। सबसे पहले, हमने LI और होम रेंज के अतिच्छादन की जांच करके खुरदार स्तनधारियों के आवास पर संभावित प्रभाव को देखा। हमने 95% कर्नेल घनत्व अनुमान (KDE) कंटूर (Leonard, 2017) का उपयोग करके प्रत्येक के लिए होम रेंज का

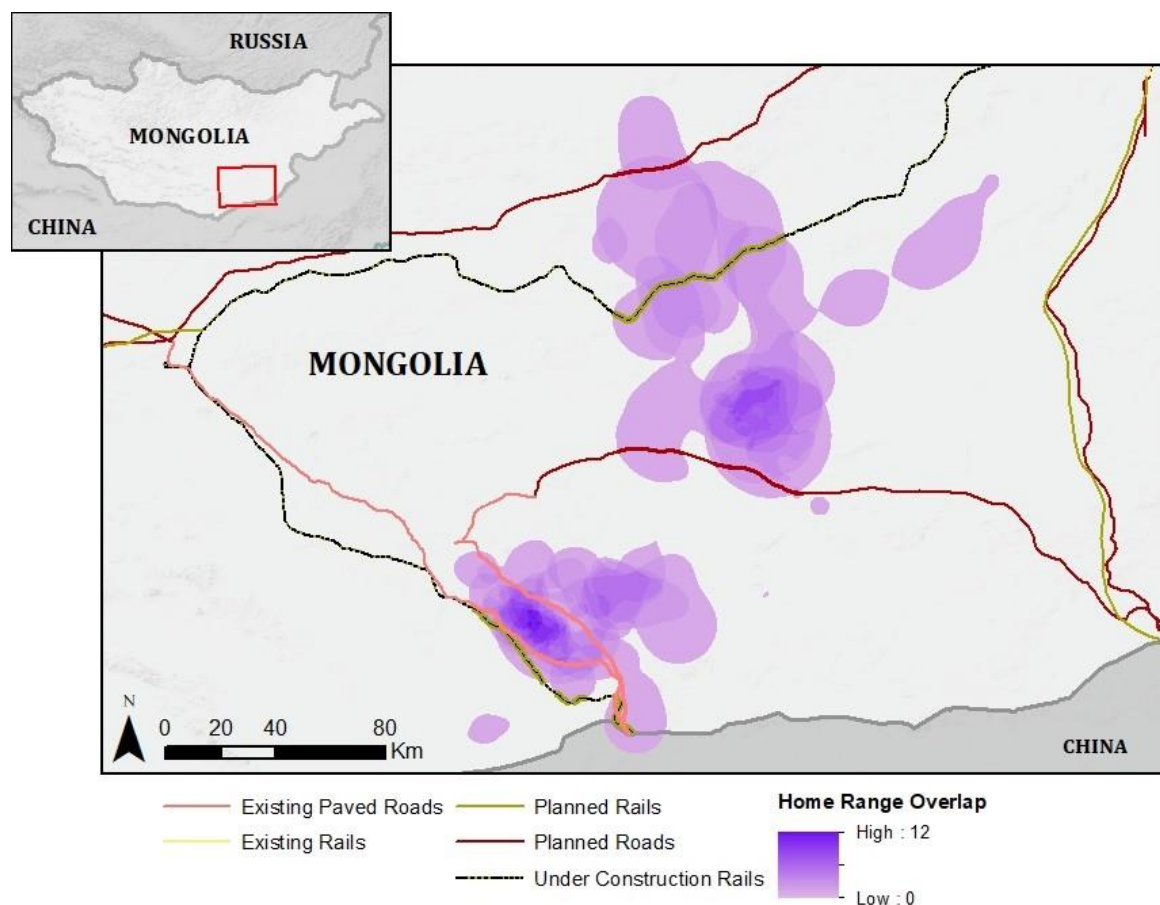
मानचित्रण किया और होम रेंज क्षेत्रफल की गणना की। खुलन के लिए, चीन में किसी भी निश्चित स्थान की कमी को देखते हुए, होम रेंज केवल मंगोलिया के अंदर के क्षेत्रों तक ही सीमित थी। फिर हमने अलग-अलग होम रेंज बहुभुज पर LI डेटा को स्थानिक रूप से ओवरले किया और दोनों प्रजातियों के लिए प्रत्येक होम रेंज में प्रत्येक LI प्रकार की औसत लंबाई की गणना की। हमने यह दिखाने के लिए प्रत्येक प्रजाति के लिए मानचित्र बनाए हैं कि होम रेंज ने प्रत्येक के बीच सबसे बड़ा अतिच्छादन कहां दिखाया और कहां नियोजित LI जानवरों को उनकी होम रेंज के हिस्सों तक पहुंचने से रोक सकता है। हमने जब प्रत्येक जानवर द्वारा प्रत्येक मौजूदा और नियोजित LI मार्ग को पार करने की संख्या की गणना करके कॉलर वाले जानवरों के लिए संपर्क पर LI के संभावित प्रभावों की जांच की। निश्चित स्थानों के बीच अधिकतम आठ घंटे के साथ, एक के बाद एक स्थान के डेटा बिंदुओं के बीच एक सीधी-रेखा यात्रा पथ मानकर टेलीमेट्री डेटा से क्रॉसिंग स्थानों का अनुमान लगाया गया था। हर बार जब किसी का पथ LI विशेषता को काटता है, तो उसे एक क्रॉसिंग स्थान के रूप में गिना जाता है। हमने विशेष रूप से उच्च क्रॉसिंग घनत्व वाले किसी भी क्षेत्र की पहचान करने के लिए इन क्रॉसिंग स्थानों के भी मानचित्र बनाए हैं।

परिणाम

गोइर्ट्स गज़ेल

13 जानवरों के लिए एक घंटे और सात जानवरों के लिए आधे घंटे के मध्यिका निश्चित अंतराल के साथ, 310 दिनों के औसत के लिए गोइर्ट्स गज़ेल को ट्रैक किया गया था। सभी रिकॉर्डिंग 10/14/2018 (12 जानवर) या 10/18/2018 (आठ जानवर) को शुरू हुई। सबसे छोटी ट्रैकिंग अवधि केवल 16 दिनों तक चली, 10/30/2018 को समाप्त हुई, जबकि सबसे लंबी ट्रैकिंग अवधि 485 दिनों तक चली, जो 2/11/2020 को समाप्त हुई। 20 गोइर्ट्स गज़ेल ने दो अलग-अलग क्षेत्रों पर कब्जा कर लिया - एक और दक्षिण में चीन से लगी सीमा के पास और एक थोड़ा आगे उत्तर पूर्व में (चित्र 17)। औसतन, गोइर्ट्स गज़ेल होम रेंज 143,977 हेक्टेयर (ha) की पाई गई; सबसे छोटी होम रेंज 677 ha की थी, और सबसे बड़ी 380,688 ha की (तालिका 15)। ट्रैकिंग अवधि की लंबाई में बड़े बदलाव के कारण होम रेंज के आकार में बड़ी भिन्नता पाए जाने की संभावना है, क्योंकि जिस जानवर को केवल 16 दिनों तक ही ट्रैक किया गया था, उसकी होम रेंज सबसे छोटी थी। मौजूदा सड़क का औसतन 21.5 km का हिस्सा प्रत्येक होम रेंज से होकर गुजरता है, जिसमें अधिकतम 130.5 एक जानवर की होम रेंज से होकर, और ये सभी दक्षिणी क्षेत्र में हैं। होम रेंज अतिच्छादन का उच्चतम घनत्व सीधे दो मौजूदा सड़कों के बीच हुआ। प्रत्येक गज़ेल की होम रेंज के साथ औसतन 6.4 km की नियोजित सड़क संरेखण अतिच्छादित है, और गज़ेल होम रेंज में औसतन 13.43 km की रेल निर्माणाधीन है। कोई नियोजित रेल या मौजूदा रेल गज़ेल होम रेंज के साथ अतिच्छादित नहीं होती है। एक गज़ेल के लिए होम रेंज सीमा पार चीन में फैली हुई है; कई निश्चित स्थानों की उपस्थिति चीन में तालिका 15: साधन के अनुसार 20 गोइर्ट्स गज़ेल के लिए होम रेंज का LI अतिच्छादन

तालिका 15: साधन के अनुसार 20 गोइर्ट्स गज़ेल के लिए होम रेंज का LI अतिच्छादन						
अतिच्छादन की लंबाई						
	क्षेत्रफल (ha)	नियोजित सड़क (km)	नियोजित रेल (km)	निर्माणाधीन रेल (km)	मौजूदा सड़क (km)	मौजूदा रेल (km)
औसत	143,977	6.40	0	13.43	21.50	0
न्यूनतम	677	0	0	0	0	0



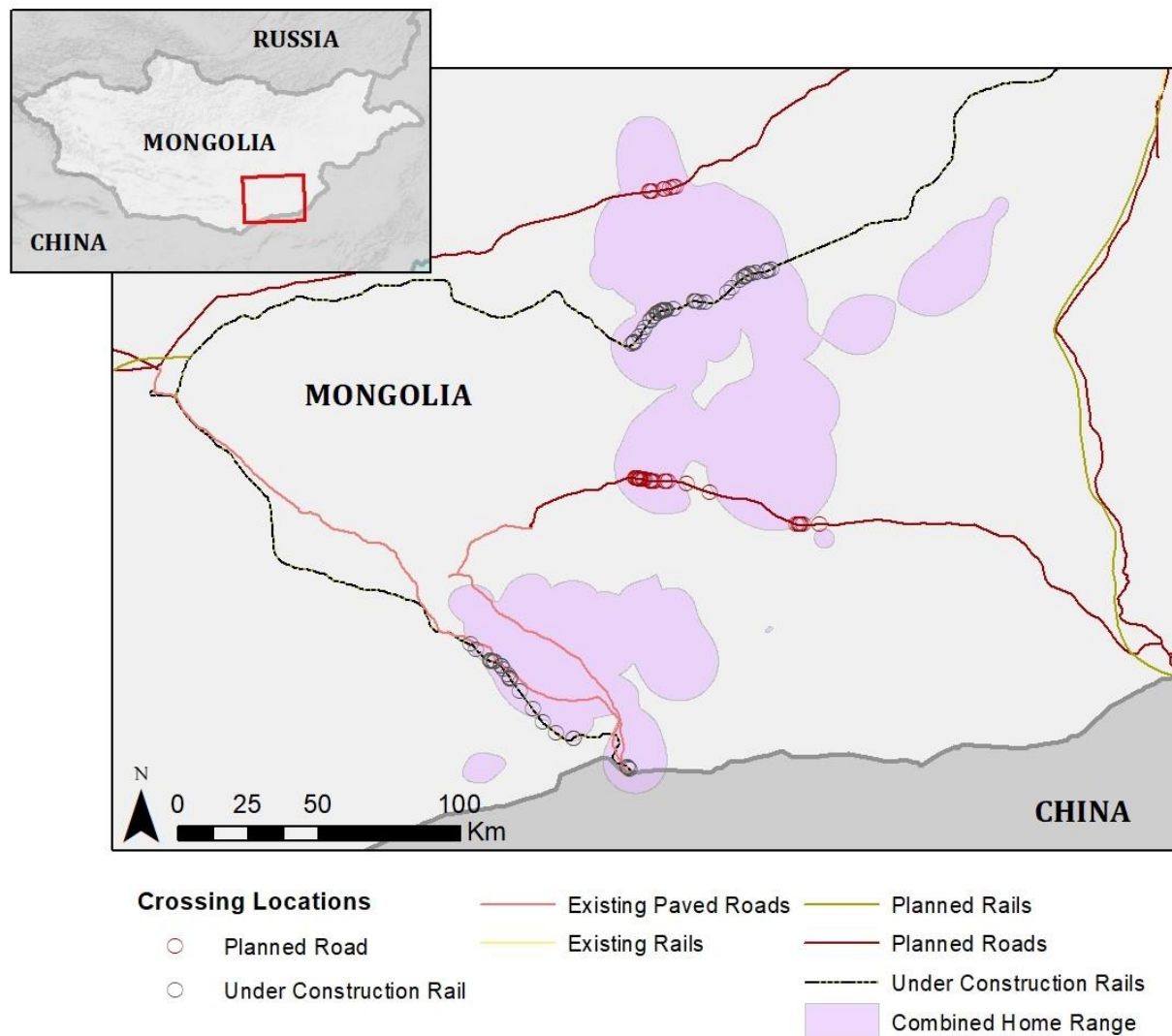
चित्र 17: 20 गज़ेल होम रेंज के साथ रैखिक अवसंरचना का अतिच्छादन। मोटी रेखाएं मौजूदा या नियोजित LI और होम रेंज के कटान वाली जगहों को इंगित करती हैं।

इस अध्ययन में ट्रैक किए गए गोइर्ट्स गज़ेल ने नियोजित सड़क संरक्षण को प्रति वर्ष औसतन 1.82 बार पार किया, और कभी भी नियोजित रेल संरक्षण को पार नहीं किया (तालिका 16)। उन्होंने निर्माणाधीन रेलवे को प्रति वर्ष औसतन 3.8 बार पार किया। गज़ेल ने कभी भी मौजूदा रेल को पार नहीं किया लेकिन मौजूदा सड़कों को प्रति वर्ष औसतन 3.45 बार पार किया। गज़ेल्स ने या तो नियोजित सड़कों या निर्माणाधीन रेलों को कम से कम एक बार पार किया। गज़ेल क्रॉसिंग के स्थान नियोजित सड़क संरक्षण के साथ कुछ हद गुच्छित हो गए थे और निर्माणाधीन रेल की लंबाई के साथ और अधिक समान रूप से फैले हुए थे (चित्र 18)।

तालिका 16: LI प्रकार के अनुसार 20 गोइर्ट्स गज़ेल की प्रति वर्ष क्रॉसिंग की दर

क्रॉसिंग की दर (क्रॉसिंग/वर्ष)				
नियोजित सड़क	नियोजित रेल	निर्माणाधीन रेल	मौजूदा सड़क	मौजूदा रेल

औसत	1.82	0	3.80	5.79	0
न्यूनतम	0	0	0	0	0
अधिकतम	24.28	0	19.73	31.00	0



चित्र 18: वे स्थान जहां 20 गोइर्टड गज़ेल नियोजित रेल, नियोजित सड़कों और निर्माणाधीन रेलों को पार किया।

खुलन

खुलन को औसतन 623 दिनों तक ट्रैक किया गया था, जिसमें एक घंटे का माध्यिका अंतराल था। सभी रिकॉर्डिंग 8/23/2013 और 8/30/2018 के बीच शुरू हुई। सबसे छोटी ट्रैकिंग अवधि 270 दिनों तक चली, 5/26/2014 को समाप्त हुई, और सबसे लंबी ट्रैकिंग अवधि 727 दिनों तक चली, जो 8/21/2015 को समाप्त हुई।

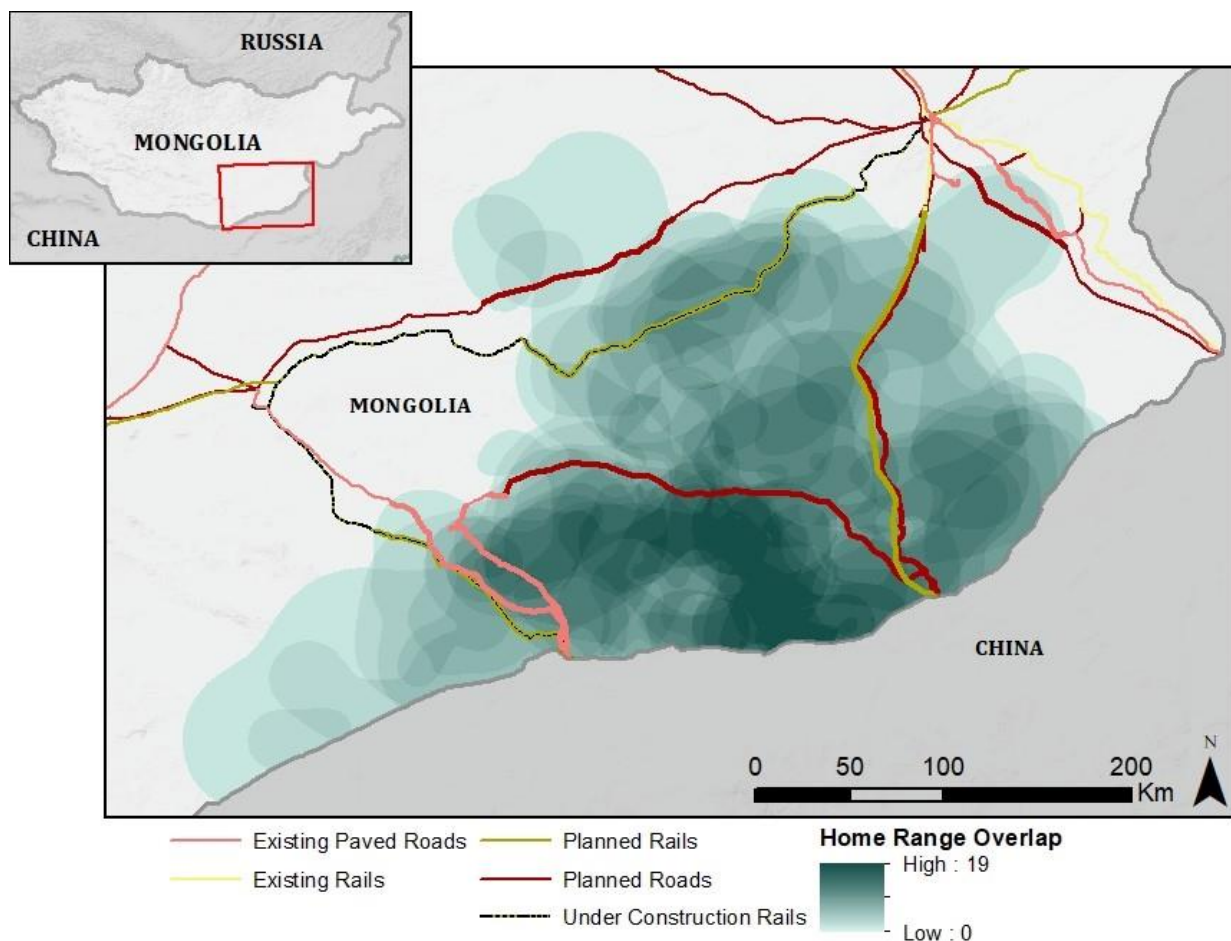
खुलन की होम रेंज गोइर्टड गज़ेल की तुलना में बड़ी थी, जिनका औसत आकार 2,643,885 ha था (तालिका 17, चित्र 19)। सबसे छोटी होम रेंज 328,492 ha की थी, और सबसे बड़ी 5,340,698 ha की। 20 खुलन होम रेंज से होकर औसतन लगभग 215 km नई सड़क और 83 km नई रेल गुजारने की योजना है, और प्रत्येक होम रेंज के

साथ निर्माणाधीन रेल का औसतन 102.27 km अतिच्छादित होता है। मौजूदा सड़क का औसतन 101.93 km पहले से ही खुलन होम रेंज के साथ अतिच्छादित होता है, जबकि मौजूदा रेल का केवल 0.03 km एक ही खुलन होम की रेंज के साथ अतिच्छादित होता है। जबकि कुछ खुलन के लिए KDE एल्गोरिथम द्वारा निर्मित होम रेंज चीन में फैली हुई थी, सीमा के बाड़ की उपस्थिति और चीन के भीतर किसी भी निश्चित रिकॉर्डिंग की कमी के कारण इस क्षेत्र को कल में शामिल नहीं किया गया था।

तालिका 17: साधन के अनुसार 20 खुलन के लिए होम रेंज का LI अतिच्छादन

तालिका 17: साधन के अनुसार 20 खुलन के लिए होम रेंज का LI अतिच्छादन

अतिच्छादन की लंबाई						
	क्षेत्रफल (ha)	नियोजित सड़क (km)	नियोजित रेल (km)	निर्माणाधीन रेल (km)	मौजूदा सड़क (km)	मौजूदा रेल (km)
औसत	2,643,885	214.84	82.66	102.27	101.93	0.001
न्यूनतम	328,492	20.74	0	0	0	0
अधिकतम	5,340,698	606.09	231.86	317.73	243.05	0.03



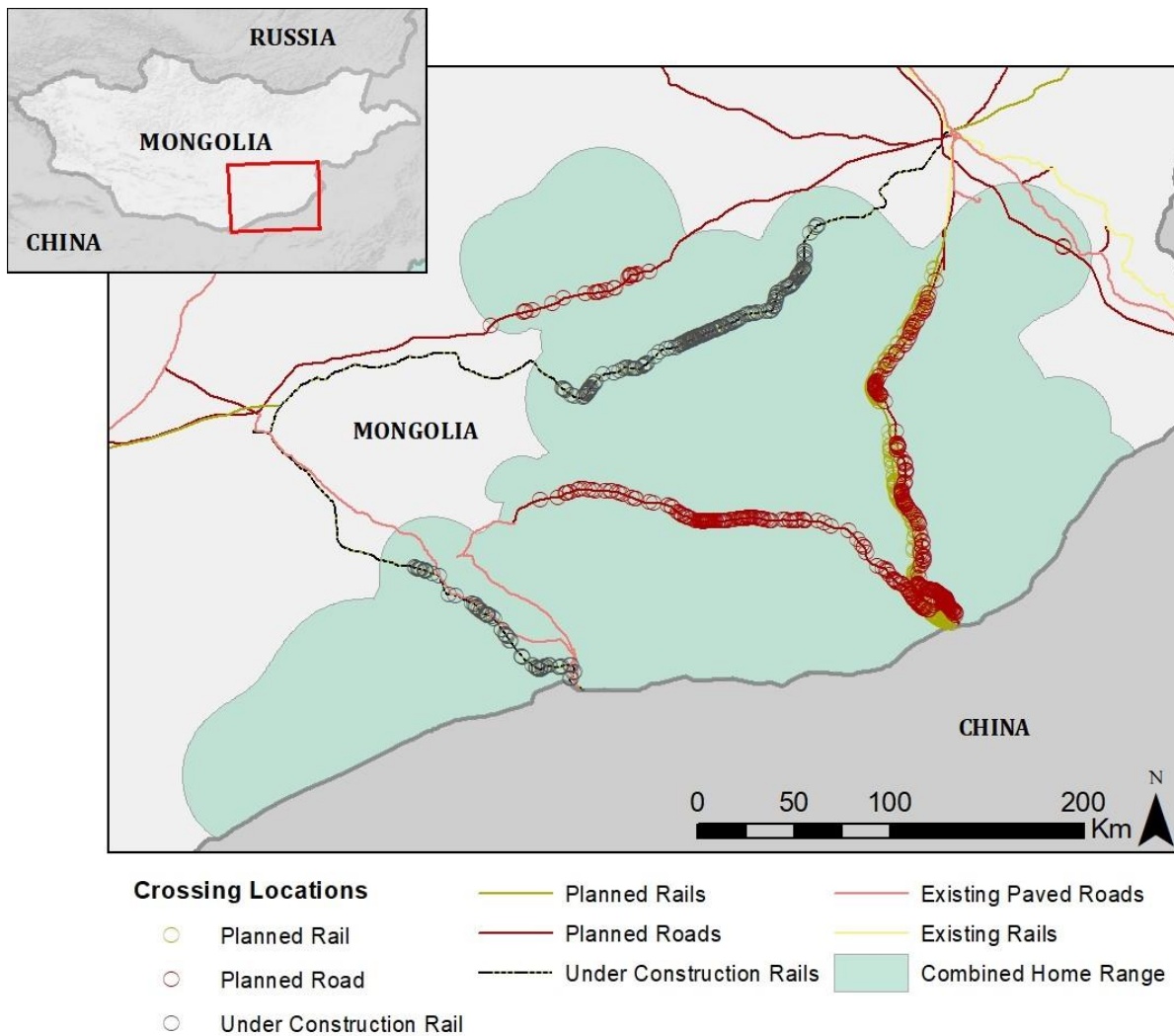
चित्र 19: 20 खुलन होम रेंज के साथ रैखिक अवसंरचना का अतिच्छादन। मोटी रेखाएं मौजूदा या नियोजित LI और होम रेंज के कटान वाली जगहों को इंगित करती हैं।

इस अध्ययन में ट्रैक किए गए खुलन ने प्रति वर्ष औसतन 23.9 बार नियोजित सड़क संरेखण को पार किया, और नियोजित रेल संरेखण को प्रति वर्ष औसतन 10.4 बार (तालिका 18)। उन्होंने निर्माणाधीन रेलवे को प्रति वर्ष औसतन 8.9 बार पार किया। खुलन ने मौजूदा पक्की सड़कों को प्रति वर्ष औसतन 5.0 बार पार किया, और कभी भी मौजूदा रेलवे को पार नहीं किया। प्रत्येक खुलन ने अध्ययन अवधि के दौरान कम से कम दो बार एक नियोजित सड़क संरेखण को पार किया, और एक ने प्रति वर्ष 76.6 क्रॉसिंग की दर से नियोजित संरेखण को 101 बार पार किया। क्रॉसिंग स्थान उच्च घनत्व वाले कुछ क्षेत्रों के साथ आमतौर पर नियोजित LI की पूरी लंबाई पर फैले हुए थे (चित्र 20)। LI प्रकार के अनुसार 20 खुलन की प्रति वर्ष क्रॉसिंग की दर

तालिका 18: LI प्रकार के अनुसार 20 खुलन की प्रति वर्ष क्रॉसिंग की दर

	क्रॉसिंग की दर (क्रॉसिंग/वर्ष)				
	नियोजित सड़क	नियोजित रेल	निर्माणाधीन रेल	मौजूदा सड़क	मौजूदा रेल
औसत	23.87	10.36	8.87	5.01	0
न्यूनतम	1.29	0	0	0	0

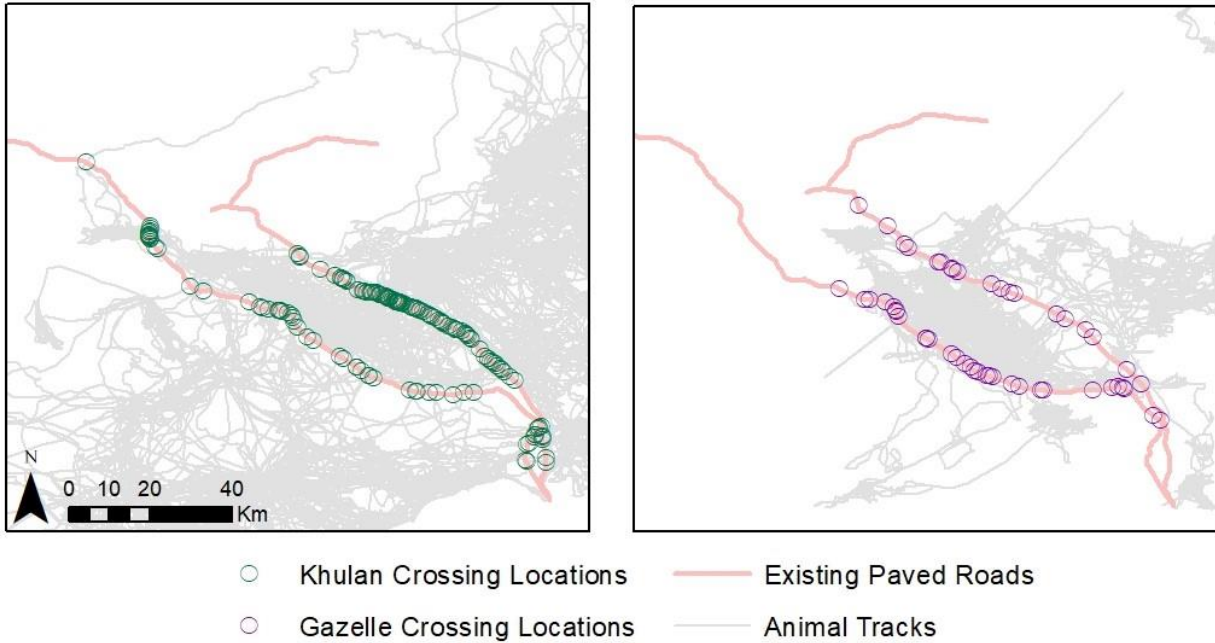
अधिकतम	76.63	31.17	29.52	26.00	0
--------	-------	-------	-------	-------	---



चित्र 20: वे स्थान जहां 20 खुलन नियोजित रेल, नियोजित सड़कों और निर्माणाधीन रेलों को पार किया।

मौजूदा सड़कें

दोनों प्रजातियों ने मौजूदा सड़कों को पार किया; दो अध्ययन अवधियों के दौरान, खुलन ने मौजूदा सड़कों को 176 बार पार किया और गज़ेल ने कुल 69 बार पार किया। जबकि ये क्रॉसिंग आम तौर पर मौजूदा सड़कों की पूरी लंबाई पर फैली हुई थी, खुलन ने पश्चिमी सड़क पर क्रॉसिंग स्थानों में कुछ एकत्रीकरण दिखाया, जबकि गज़ेल ने पूर्वी सड़क पर अधिक एकत्रीकरण दिखाया (चित्र 21)।



चित्र 21: मौजूदा पक्की सड़कों पर खुलन और गोइर्टड गज़ेल के लिए क्रॉसिंग स्थान।

चर्चा

खुलन और गोइर्टड गज़ेल के एक छोटे से नमूने के हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि दक्षिणपूर्वी मंगोलिया में इन प्रजातियों की आबादी का नियोजित LI से प्रभावित होने की संभावना है। कई नियोजित सड़कों और रेलों के संरेखण से गोइर्टड गज़ेल और खुलन की देखी गई होम रेंज सीधे तौर पर बीच से कट जाते हैं, जिससे संभावित रूप से उच्च गुणवत्ता वाले चारे को खोजने के लिए परिदृश्य में आवागमन करने की उनकी क्षमता कम हो जाती है। आम तौर पर, ऐसा प्रतीत होता है कि पक्की सड़कों की तुलना में रेलवे का दोनों प्रजातियों पर अधिक प्रभाव पड़ेगा, क्योंकि दोनों प्रजातियों के कॉलर वाले जानवर कभी-कभी मौजूदा पक्की सड़कों को पार करते हैं लेकिन कभी भी मौजूदा रेलवे को पार नहीं करते हैं। हालांकि, इन 20 जानवरों के लिए अधिकांश गज़ेल आवागमन दक्षिणी होम रेंज में दो मौजूदा सड़कों के बीच हुआ, जो यह दर्शाता है कि सड़कें गज़ेल के आवागमन के लिए आंशिक बाधाओं के रूप में कार्य कर सकती हैं। खुलन सड़कों से थोड़ा कम प्रभावित होते नज़र आते हैं, लेकिन अलग-अलग आवागमन ट्रैक की जांच से पता चलता है कि कुछ खुलन पक्की सड़कों के समानांतर यात्रा करने में, शायद उन्हें पार करने के अवसर की तलाश में, समय बिताते हैं। खुरदार स्तनधारियों के आवागमन पर इन सड़कों का पूरा प्रभाव भी स्पष्ट नहीं है। यह संभावित रूप से खुलन और गज़ेल दोनों के लिए एक बाधा है (Kimbrough, 2020)। नई रेलवे लाइनों के निर्माण से पहले, यह संभावित रूप से एक बाधा था, जो गज़ेल के आवागमन को रोकने के लिए पूर्ण बाधा साबित हो सकते हैं, यह मानते हुए कि वे समान रूप से घिरे हुए हैं। वैकल्पिक रूप से, नई रेलवे में प्रजातियों को पारगम्यता प्रदान करने के लिए पर्याप्त डिजाइन, आकार, स्थान और आवृत्ति (अंतराल) वाले वन्यजीव क्रॉसिंग अवसंरचनाओं को शामिल करना चाहिए; ट्रांस-मंगोलियाई रेलवे के पास के बाड़ के तीन भागों को हटा दिए जाने के बाद, एक खुलन को पार करते हुए देखा गया (Kimbrough, 2020)। खुलन के लिए, रेलवे या बाड़ शमन उपायों के बिना, नियोजित रेलवे संरेखण इन 20 जानवरों के लिए संयुक्त होम रेंज को चार नए अलग-अलग क्षेत्रों में विभाजित करेगा, जिससे आवासों के बीच संपर्क बहुत कम हो जाएगा। होम रेंज की सबसे बड़ी संख्या के

अतिच्छादन वाले क्षेत्र के आधार पर, कॉलर वाले खुलन अनिवार्य रूप से तीन रेलवे और सीमा के बाड़ के बीच फंस जाएंगे, जिससे वे संभावित रूप से अनुवांशिक अलगाव की ओर अग्रसर होंगे। गोइर्टर्ड गज़ेल के लिए, कॉलर वाले जानवरों के उत्तरी संयुक्त होम रेंज वाले क्षेत्र को आधे में विभाजित किया जाएगा; इन जानवरों की दक्षिणी संयुक्त होम रेंज दूर पश्चिम की ओर एक रेलवे द्वारा केवल थोड़ा ही खंडित होगी, हालांकि गज़ेल ने उस नियोजित संरक्षण को 28 बार पार किया। हमारे परिणाम पिछले शोध के अनुरूप हैं जो यह सुझाव देते हैं कि आवास विखंडन इस क्षेत्र में खुरदार स्तनधारियों की आबादी के दीर्घकालिक अस्तित्व को खतरे में डाल सकता है (Huijser et al., 2013)।

यह देखते हुए कि दोनों खुरदार स्तनधारियों प्रजातियां चारे की तलाश में परिदृश्य से होकर घुमंतुओं की तरह आवागमन करती हैं, जो कि निम्नलिखित निश्चित आवागमन पथों के विपरीत है, यह जानना अधिक कठिन है कि क्रॉसिंग संरचनाओं जैसे शमन उपायों को कहां लागू किया जाए। जैसा कि टेलीमेट्री डेटा दिखाता है, खुलन और गज़ेल दोनों वर्तमान में नए रेलवे और सड़कों के नियोजित संरक्षण की पूरी लंबाई से होकर पार करते हैं; जबकि कुछ क्षेत्र हैं जहां उच्च क्रॉसिंग घनत्व हैं, यह निर्धारित करने के लिए कि क्या ये क्रॉसिंग स्थान सभी वर्षों में एक जैसे हैं और इसलिए शमन उपायों के लिए लक्षित होना चाहिए, एक बड़े नमूना आकार और अधिक पूर्ण भौगोलिक विवरण के साथ भाषों का अध्ययन आवश्यक है।

क्रॉसिंग संरचनाओं के अलावा, पिछले अध्ययनों ने मौजूदा अवसंरचना को पार करने की अनुमति देने के लिए रेलवे के पास के बाड़ को हटाने या सुधार करने, या मौजूदा अवसंरचना के लिए बिना बाड़ के क्षेत्र बनाने का सुझाव दिया है (Ito et al., 2013)। क्योंकि बाड़ आमतौर पर ट्रेन और पशुधन की टक्कर को रोकने के लिए लगाए जाते हैं, ये विकल्प विशेष रूप से उन क्षेत्रों में व्यवहार्य हो सकते हैं जहां चरवाहे रहते हैं (Batsaikhan et al., 2014), हालांकि यह समाधान जंगली खुरदार स्तनधारियों और ट्रेनों के बीच टकराव को पूरी तरह से समाप्त नहीं करेगा। घुमंतू प्रजातियों के लिए LI प्रभावों को कम करने में कठिनाइयों को देखते हुए, परिहार सबसे अच्छी समग्र रणनीति है, या LI संरक्षण का इस प्रकार चयन जिससे इन प्रजातियों को प्रभावित करने की संभावना कम हो। इसके अलावा, मौजूदा और नियोजित अवसंरचना परियोजनाओं दोनों के समग्र प्रभावों को ध्यान में रखते हुए, क्षेत्रीय स्तर पर अंत में, इस बात पर फिर से जोर देना महत्वपूर्ण है कि हजारों जानवरों की आबादी से लिए गए 40 जानवरों के योजना बनाई महत्वपूर्ण है (Batsaikhan et al., 2014)।

आवागमन से अनुमानित संभावित LI प्रभाव पूरी आबादी पर पड़ने वाले प्रभावों का प्रतिनिधित्व नहीं कर सकते हैं। दक्षिणपूर्वी मंगोलिया में खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल ऊपर दिखाई गई प्रत्येक होम रेंज की तुलना में बहुत अधिक व्यापक क्षेत्र में रहते हैं, और उस क्षेत्र में प्रस्तावित LI और खुरदार स्तनधारियों के आवास के बीच लगभग निश्चित रूप से अतिरिक्त अतिच्छादन है जो चिंता का विषय है। हमारा विश्लेषण इस क्षेत्र में नियोजित LI के संभावित प्रभावों की पुष्टि करता है और भविष्य में LI विकास में संपर्क पर विचार करने की आवश्यकता पर प्रकाश डालता है; हालांकि, कॉलर वाले जानवरों की छोटी संख्या क्रॉसिंग स्थानों में जनसंख्या-स्तर के स्वरूप को समझना और इस प्रकार विशिष्ट शमन उपायों का सुझाव देना बहुत मुश्किल बना देती है। इस क्षेत्र के आगे के अध्ययन से खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल पर संभावित LI के प्रभावों के पूर्ण भौगोलिक दायरे पर प्रकाश डाला जा सकता है और शमन उपायों और अन्य संरक्षण कार्यों के लिए विशिष्ट स्थानों के आसपास निर्णयों का मार्गदर्शन किया जा सकता है।

योगदान

बुवेइबातर बयारबातर, नारंगुआ बटदोर्ज, और किर्क ओल्सन (WCS मंगोलिया) ने खुलन और गोइर्टर्ड गज़ेल के लिए टेलीमेट्री डेटा और नियोजित और मौजूदा सड़कों और रेलवे पर का स्थानिक डेटा प्रदान किया और रिपोर्ट (लंबित) की समीक्षा की। ग्रेस स्टोनसिफर (CLLC) ने स्थानिक विश्लेषण किया और रिपोर्ट का मसौदा तैयार किया। टायलर क्रीच (CLLC) और रॉब एमेट (CLLC) ने भी रिपोर्ट में योगदान दिया।

सूक्ष्म पैमाने के विश्लेषण का संश्लेषण

भाग II में छह सूक्ष्म पैमाने के विश्लेषणों ने कई सामान्य पाठों का खुलासा किया जो इस प्रकार के भविष्य के विश्लेषणों को निर्देशित करने में मदद कर सकते हैं। उच्च गुणवत्ता और उपयोगी विश्लेषण तैयार करने के लिए स्थानीय विशेषज्ञों के साथ सहयोग करना आवश्यक था। संरक्षण NGOs के कर्मचारियों ने विस्तृत जैविक और LI डेटा तक पहुंच प्रदान की जो अन्यथा जल्दी प्राप्त करना संभव नहीं होता। शायद अधिक महत्वपूर्ण बात यह है कि अध्ययन क्षेत्रों के भीतर LI विकास के जैविक और सामाजिक-राजनीतिक संदर्भ की उनकी विशेषज्ञता और समझ ने जैव विविधता पर सबसे अधिक दबाव और प्रासंगिक खतरों पर विश्लेषण पर ध्यान केंद्रित करने में मदद की। यहाँ तक कि अपेक्षाकृत सरल विश्लेषणात्मक तरीकों का उपयोग करते हुए त्वरित आकलन ने प्रस्तावित LI विकास से जैव विविधता या प्रत्येक वन्यजीव प्रजाति को संभावित नुकसान के लिए अकाट्य सबूत प्रदान किए। समय और डेटा की कमी को देखते हुए हमारे कई विश्लेषण अनिवार्य रूप से सरल थे; उदाहरण के लिए, वन्यजीव आवागमन के गलियारे या PAs जैसे संरक्षण विशेषताओं के साथ प्रस्तावित LI मार्गों को ओवरले करना। अधिक प्रबुद्ध तरीकों (जैसे कि इस अनुबंध के भाग III में समीक्षा की गई) का उपयोग करके विश्लेषण करने पर जैव विविधता पर LI के संभावित प्रभावों के बारे में अधिक विस्तृत जानकारी प्राप्त कर सकने के बावजूद, सरल त्वरित आकलन भी मूल्यवान होते हैं क्योंकि वे LI विकास प्रक्रिया में जैव विविधता सुरक्षा उपायों को शामिल करने के लिए पर्याप्त समय होने पर भी प्रस्तावित LI परियोजनाओं से संभावित खतरों को उजागर कर सकते हैं (जैसे, वैकल्पिक मार्गों का सुझाव देकर, शमन उपायों को डिजाइन करके, या अधिक विस्तृत पर्यावरणीय प्रभाव का विश्लेषण पूरा होने तक निर्माण को रोककर)।

भाग III: अनुकरणीय सूक्ष्म पैमाने के स्थानिक विश्लेषणों की समीक्षा

जैव विविधता पर मौजूदा LI के प्रभावों का स्थानिक विश्लेषण अब सामान्य, और वन्यजीव आबादी या उनके रहने के लिए आवासों में देखे गए परिवर्तनों के दस्तावेजीकरण और व्याख्या के लिए उपयोगी है। ये पूर्वव्यापी अध्ययन LI विकास के लिए प्रजातियों की प्रतिक्रियाओं के बारे में हमारी समझ को मजबूत करने में मदद करते हैं, उन क्षेत्रों की पहचान करते हैं जहां जैव विविधता को सबसे ज्यादा नुकसान होता है, और इस नुकसान को कम करने या उलट देने के लिए कार्यवाहियों का सुझाव देते हैं। फिर भी उनकी एक प्रमुख सीमा है: क्योंकि वे मौजूदा LI के प्रभावों पर ध्यान केंद्रित करते हैं, पूर्वव्यापी अध्ययन LI को वन्यजीव-अनुकूल तरीके से डिजाइन करके या LI विकास से पूरी तरह से बचने के माध्यम से जैव विविधता को होने वाले नुकसान से पहले उनको रोकने के लिए रणनीतियों की जानकारी नहीं दे सकते हैं। संभावित स्थानिक विश्लेषण जो LI परियोजनाओं के प्रस्तावित मार्गों और जैविक महत्व वाले क्षेत्रों के साथ उनके अतिच्छादन पर विचार करते हैं, यह जानकारी प्रदान करने के लिए आवश्यक हैं, और ये इस संलग्नक का भाग III स्थानिक विश्लेषण विधियों का उपयोग करके जैव विविधता के लिए LI खतरों का सक्रिय संभावित अध्ययन अपेक्षाकृत असामान्य होते हैं।

रूप से आकलन करने के मौजूदा प्रयासों की पड़ताल करता है। हम वैज्ञानिक पत्रिकाओं से हाल ही में प्रकाशित संभावित स्थानिक विश्लेषणों और अनौपचारिक साहित्य खोज का उपयोग करके पहचाने गए ग्रे साहित्य के चयन की संक्षिप्त जानकारी देते हैं। हम 11 अनुकरणीय अध्ययनों पर ध्यान केंद्रित करते हैं जो एक देश के भीतर या एक देश के भीतर एक छोटे परिदृश्य में प्रस्तावित सड़क, रेलवे, या बिजली लाइन परियोजनाओं के संभावित प्रभावों की पड़ताल करने के लिए स्थानिक विश्लेषण का उपयोग करते हैं। हमने LI परियोजनाओं पर ध्यान केंद्रित करने के लिए केवल 2018 के बाद के प्रकाशित अध्ययनों पर विचार किया, जिनकी अभी भी योजना या निर्माण चरणों में होने की संभावना है, जिसका अर्थ है कि अध्ययन के परिणाम पूर्व-संरक्षण प्रयासों के लिए अत्यधिक प्रासंगिक हैं। नीचे, हम प्रत्येक अध्ययन का एक संक्षिप्त सार-संग्रह प्रदान कर रहे हैं, इसके बाद अध्ययन की प्रमुख विशेषताओं और अनुकरणीय अध्ययन 1: इंडोनेशियाई बोर्नियो में जैव विविधता पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (ALAMGIR ET AL. 2019)

प्रकाशन: Alamgir, M., Campbell, M. J., Sloan, S., Suhardiman, A., Supriatna, J., & Laurance, W. F. (2019). उच्च जोखिम वाली बुनियादी ढांचा परियोजनाएं इंडोनेशियाई बोर्नियो में जंगलों के लिए आसन्न खतरे पैदा करती हैं। Scientific Reports, 9(1), 1-10. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-36594-8>.

अध्ययन क्षेत्र: इंडोनेशियाई बोर्नियो (कालीमंतन)

फोकल प्रजातियां: कोई नहीं (प्रजाति-उदासीन)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें और रेलवे

पृष्ठभूमि: बोर्नियो को व्यापक रूप से वैश्विक जैव विविधता हॉटस्पॉट के रूप में मान्यता प्राप्त है और यहां अक्षुण्ण उष्णकटिबंधीय वन आवास की सबसे बड़ी शेष घनत्व में से एक मौजूद है। यह LI विस्तार और लॉगिंग, खनन, तेल वाले ताड़ के बागानों और जंगल की आग सहित संबंधित खतरों के कारण वनों की कटनी और क्षरण की उच्च दर का भी अनुभव कर रहा है। आर्थिक विकास (2011-2025) के त्वरण और विस्तार के लिए इंडोनेशिया के मास्टर प्लान के तहत, बोर्नियो (कालीमंतन) के इंडोनेशियाई हिस्से में 2025 तक कालीमंतन आर्थिक गलियारे के विकास के हिस्से के रूप में सड़क और रेलवे निर्माण में नाटकीय वृद्धि देखने की उम्मीद है; इसमें ट्रांस-कालीमंतन हाईवे के 3,000 km से अधिक का प्रस्तावित उन्नयन और लगभग 2,000 km नई सड़कों का निर्माण शामिल है। सड़क नेटवर्क के विस्तार से वन्यजीवों तक मानव पहुंच बढ़ने और वन रूपांतरण में और वृद्धि होने की संभावना है। इस

अध्ययन ने कालीमंतन के मूल जंगलों की स्थानिक संरचना, संपर्क और पारिस्थितिक अखंडता पर इन प्रस्तावित LI विकासों के संभावित प्रभावों की मात्रा निर्धारित की।

तरीके: लेखकों ने विभिन्न सरकारी डेटाबेस, रिपोर्ट और पिछले अध्ययनों से प्रस्तावित सड़क और रेलवे मार्गों पर स्थानिक डेटा संकलित किया। उन्होंने वन पट्टी का मानचित्रण और वर्गीकरण (जैसे, कोर वन और किनारे के वन) करने के लिए उपग्रह इमेजरी का उपयोग किया, और फिर कुल क्षेत्र और वन पट्टी के प्रकारों में परिवर्तन का अनुमान लगाने के लिए वन पट्टी पर प्रस्तावित LI को आवरले किया। उन्होंने परिदृश्य संपर्क के संभावित नुकसान का अनुमान लगाने के लिए वर्तमान परिदृश्य और LI विकास के बाद अनुमानित परिदृश्य के लिए इक्वीवैलेंट कनेक्टेड एरिया इंडेक्स नामक एक परिदृश्य संपर्क मेट्रिक की गणना की। लेखकों ने मौजूदा PA नेटवर्क पर प्रस्तावित LI मार्गों को भी ओवरले किया। उन्होंने प्रस्तावित LI के सभी भागों को PAs, प्राथमिक और माध्यमिक वन और पीट भूमि के साथ उनके कटान के आधार पर बहुत उच्च, उच्च, मध्यम या निम्न पर्यावरणीय प्रभाव के रूप में वर्गीकृत किया। अध्ययन ने कालीमंतन में सड़क और रेलवे परियोजनाएं के प्रस्तावित के रूप में आगे बढ़ने पर मूल वन आवास पर काफी प्रभाव पड़ने की भविष्यवाणी की। लगभग 237,000 ha कोर वनों को निम्न आवास गुणवत्ता की अन्य नॉन-कोर वन श्रेणियों में बदल दिया जाएगा, और कोर वन क्षेत्रों के बीच संपर्क के रूप में काम करने वाले 392,000 ha मौजूदा “सेतु” वन गलियारे भी प्रभावित होंगे। इक्वीवैलेंट कनेक्टेड एरिया मेट्रिक द्वारा मापी गई LI विकास से परिदृश्य संपर्क में 34 प्रतिशत की कमी आएगी। नई सड़कें या रेलवे पच्चीस मौजूदा PAs को काटेंगी, जिसमें कायन मेंटारंग नेशनल पार्क भी शामिल है, जो इस क्षेत्र के सबसे बड़े शेष पारिस्थितिक रूप से अक्षुण्ण PAs में से एक है। एक और 17 PAs मौजूदा सड़कों के उन्नयन से प्रभावित होंगे। विश्लेषण ने प्रस्तावित सड़कों और रेलवे के 3,300 km से अधिक की पहचान की, जिनके बहुत उच्च, उच्च या मध्यम पर्यावरणीय प्रभाव होने की उम्मीद है। लेखकों ने अनुशंसा की कि बहुत अधिक प्रभाव के रूप में वर्गीकृत प्रस्तावित सड़क और रेलवे भागों को आगे नहीं बढ़ाना चाहिए, और उच्च या मध्यम प्रभाव के रूप में वर्गीकृत भागों के पर्यावरणीय प्रभावों को शमन या ऑफसेट उपायों और विकास के बाद बेहतर कानून लागू करने के माध्यम से कम किया जाना चाहिए। लेखकों ने अनुमान लगाया कि पर्यावरणीय, आर्थिक और सामाजिक कारकों की गहरी श्रंखला पर विचार करने पर कालीमंतन में LI विकास के अक्षुण्ण विस्तार को लागत प्रभावी नहीं माना जाएगा।

प्रकाशन: Sloan, S., Alamgir, M., Campbell, M. J., Setyawati, T., & Laurance, W. F. (2019). Development corridors and remnant-forest conservation in Sumatra, Indonesia. *Tropical Conservation Science*, 12, 1-9. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1940082919889509>.

अध्ययन क्षेत्र: सुमात्रा, इंडोनेशिया

फोकल प्रजातियां: कोई नहीं (प्रजाति-उदासीन)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें, बिजली लाइनें

पृष्ठभूमि: सुमात्रा द्वीप के लिए प्रमुख सड़क विस्तार का प्रस्ताव है क्योंकि इंडोनेशिया की सरकार आर्थिक गलियारों के विकास के माध्यम से आर्थिक विकास को बढ़ावा देना चाहती है। पूर्वी इंडोनेशिया में दूरस्थ और पारिस्थितिक रूप से अक्षुण्ण परिदृश्य में होने वाले LI विकास के विपरीत, सुमात्रा पर LI विकास ऐसे वातावरण में हो रहा है जो पहले से ही सड़कों, कृषि, लकड़ी की फसल और खनन के प्रभाव का अनुभव कर चुका है। इस प्रकार, सुमात्रा पर

संरक्षण के प्रयासों को LI विकास की दूसरी लहर से उन अवशेष वन पट्टियों की क्षति को कम करने पर ध्यान केंद्रित करना चाहिए जो प्रारंभिक विकास लहर से बच गई थीं। इस दूसरी लहर की प्रमुख विशेषता एक प्रस्तावित 2,700-km ट्रांस-सुमात्रा हाईवे (TSH) है जो कृषि घुसपैठ को बढ़ावा देकर शेष वन पर दबाव को संभावित रूप से बढ़ाएगा। इस विश्लेषण ने असाधारण जैविक महत्व वाले इन तीन अवशेष वन क्षेत्रों के लिए TSH और सहायक सड़कों से खतरों का पता लगाया: (1) केरिन्सी सेब्लोट नेशनल पार्क, जो इंडोनेशिया का दूसरा सबसे बड़ा PA और एक विश्व धरोहर स्थल का हिस्सा है; (2) लूसर इकोसिस्टम, जो संकटग्रस्त हाथियों, बाघों, गैंडों और ओरंगउटान के लिए अंतिम शेष सामान्य आवास है; और (3) बटांग टोरु क्षेत्र, जो गंभीर रूप से संकटग्रस्त तपनुली ओरंगउटान के लिए अंतिम शेष सामान्य आवास है।

निष्कर्ष: TSH केरिन्सी सेब्लोट नेशनल पार्क को एक निकटवर्ती प्रकृति आरक्षित क्षेत्र से अलग करेगा और सड़क से बचने, अवैध शिकार के प्रति संवेदनशीलता में वृद्धि, और कम आवास संपर्क के कारण सुमात्रन बाघ की भौगोलिक सीमा छोटी करेगा। TSH लूसर इकोसिस्टम के उत्तर-पूर्वी हिस्से को भी पार करेगा, जहां यह पहले के अक्षुण्ण जंगलों में पिछले कृषि घुसपैठ, विशेष रूप से तेल निकालने वाले ताड़ के बागानों, का विस्तार और समेकन करेगा। बटांग टोरु क्षेत्र को एक हाईवे (TSH का एक सहायक गलियारा) और एक प्रमुख जलविद्युत विकास से जुड़ी बिजली लाइनों द्वारा स्थानीय जंगलों के संरक्षण की स्थिति और आवास की गुणवत्ता को खतरे में डाल दिया जाएगा। यह संकटग्रस्त तपनुली ओरंगउटान आबादी को नकारात्मक रूप से प्रभावित कर सकता है, जो तीन वन टुकड़ों में रहने वाले ~ 800 तक कम हो गए हैं। लेखकों ने अनुशंसा की है कि अवशेष वन की स्थिति को कानूनी रूप से सुदृढ़ किया जाना चाहिए, और यह कि वर्तमान में कोर वन में सड़क विकास को हतोत्साहित करने वाले नियमों को नॉन-कोर वन तक बढ़ाया जाना चाहिए। राष्ट्रीय स्तर पर रणनीतिक सड़कों (जैसे, TSH) के लिए विकसित पर्यावरण नियमों को इन बड़ी सड़कों के साथ संरेखित स्थानीय सड़क प्रस्तावों पर भी लागू किया जाना चाहिए, जो कि बचे हुए वन पर पड़ने वाले कई प्रभावों के लिए जिम्मेदार हो सकते हैं। लेखकों ने उच्च संरक्षण अनुसंधान परियोजनाओं को प्रोत्साहित किया है।

अनुसंधान परियोजना 3: मलेशियाई बोर्नियो में जैव विविधता पर सड़कों के संभावित प्रभाव (SLOAN, CAMPBELL ET AL 2019) मार्ग को फिर से निर्धारित करने की दृढ़ता से वकालत की।

प्रकाशन: Sloan, S., Campbell, M. J., Alamgir, M., Lechner, A. M., Engert, J., & Laurance, W. F. (2019). Trans-national conservation and infrastructure development in the Heart of Borneo. PLOS One, 14(9), e0221947.

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0221947>.

अध्ययन क्षेत्र: मलेशियाई बोर्नियो (सबा)

फोकल प्रजातियां: कोई नहीं (प्रजाति-उदासीन)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें

पृष्ठभूमि: हार्ट ऑफ बोर्नियो इनिशिएटिव (HoB) की स्थापना 2007 में मलेशिया, इंडोनेशिया और ब्रुनेई के बीच सहयोग को बढ़ाने के लिए की गई थी क्योंकि ये देश बोर्नियो द्वीप पर PAs और अन्य प्राकृतिक क्षेत्रों के एक सीमा के आर-पार वाले नेटवर्क के संरक्षण की दिशा में काम करते हैं। इसकी स्थापना के बाद से, PA कवरेज दोगुने से अधिक हो गया है, PAs के बीच संपर्क बढ़ गया है, और कटाई के प्रभाव कम हो गए हैं। हालांकि, त्रिपक्षीय HoB को सबा डेवलपमेंट कॉरिडोर जैसे संघीय आर्थिक एजेंडा द्वारा संचालित एकतरफा LI विकास योजनाओं से खतरा है, जिसमें मलेशियाई बोर्नियो में पैन-बोर्नियो हाईवे नेटवर्क के विस्तार की योजना शामिल है। इस विस्तार में लगभग 1,300 km प्रस्तावित नई सड़कें और 1,300 km प्रस्तावित सड़क उन्नयन शामिल हैं, और इस विस्तारित नेटवर्क का अधिकांश हिस्सा या तो PAs को सीधे काटेगा या PAs के बीच जानवरों की आवाजाही को बाधा पहुंचाएगा। इस अध्ययन ने PAs और अक्षुण्ण वन क्षेत्रों के बीच संपर्क के नुकसान पर ध्यान देने के साथ सबा में HoB की **तरीके:** लेखकों ने 2033 के लिए सबा स्ट्रक्चरल प्लान से प्रस्तावित हाईवे मार्गों को PAs और अक्षुण्ण वन पट्टियों के पारिस्थितिक अखंडता पर पैन-बोर्नियो हाईवे निर्माण और उन्नयन के संभावित प्रभावों की जांच की। साथ ओवरले किया, जिनका मानचित्रण उपग्रह इमेजरी का उपयोग करके किया गया था। उन्होंने निर्धारित किया कि वर्तमान में कौन से PAs अक्षुण्ण वन के गलियारों से जुड़े हुए थे, और फिर उन संपर्कों की पहचान की जो प्रस्तावित सड़क विकास से अलग हो जाएंगे। उन्होंने निम्नलिखित का अनुमान लगाने के लिए एक नेटवर्क सिद्धांत मेट्रिक, इंटीग्रल इंडेक्स ऑफ कनेक्टिविटी (IIC) का उपयोग किया: (1) सभी प्रस्तावित सड़क निर्माण और उन्नयन को पूरा किए जाने पर PA नेटवर्क के समग्र संपर्क में अपेक्षित परिवर्तन, और (2) विकास के बाद के परिदृश्य में समग्र संपर्क के लिए अलग-अलग गलियारों का सापेक्ष महत्व, जो वन्यजीवों के लिए संपर्क की सुविधा के लिए शमन **निष्कर्ष:** प्रस्तावित सड़क विकास के लिए प्राथमिकताओं के आधार पर, PAs के बीच संपर्क को कम करने के लिए सबा में सबसे बड़े अक्षुण्ण वन पट्टी को खंडित करेगा। 10 PAs के बीच पारिस्थितिक संपर्क नष्ट हो जाएंगे। सबा में हाईवे विकास के प्रभावों को कम करने के लिए बनी योजनाएं वन गलियारों से जुड़े वन्यजीवों के लिए हाईवे अंडरपास की बात करती हैं, लेकिन लेखकों ने इस बारे में यह संदेह व्यक्त किया है कि क्या यह रणनीति संपर्क के नुकसान को रोकने के लिए पर्याप्त होगी, या इसे लागू करने के लिए पर्याप्त धन होगा या नहीं। इस रणनीति के लाभों को अधिकतम करने के लिए, वन गलियारों और वन्यजीव ओवरपास के स्थानों का निर्धारण जानवरों के आवागमन या जैव विविधता के सर्वेक्षणों द्वारा किया जाना चाहिए, न कि पहले की तरह निर्माण में सुविधा के आधार पर। लेखकों ने अनुशंसा की कि मलेशिया, इंडोनेशिया और ब्रुनेई एक HoB मास्टर प्लान विकसित करें जो क्षेत्रीय प्राथमिकता संरक्षण नेटवर्क, गलियारों और बफर क्षेत्रों को त्रिपक्षीय सहमति के साथ तय करेगा। उन्होंने संरक्षण और विकास योजनाओं के बेहतर एकीकरण का भी सुझाव दिया ताकि संरक्षण के प्रयास विकास के कारण अप्रभावी न हो जाएं, जैसा कि पैन-बोर्नियो हाईवे और HoB के मामले में हो सकता है।

अनुकरणीय अध्ययन 4: भारत में बाघों पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (PARIWAKAM ET AL. 2018)

प्रकाशन: Pariwakam, M., Joshi, A., Navgire, S., & Vaidyanathan, S. (2018). A policy framework for connectivity conservation and smart green linear infrastructure development in the Central Indian and Eastern Ghats tiger landscape. Wildlife Conservation Trust, Mumbai.
<https://www.wildlifeconservationtrust.org/wp-content/uploads/2018/11/Vol-1-Policy-Framework-CI-and-EG-Landscape-Low-Res-.pdf>.

अध्ययन क्षेत्र: मध्य भारत और पूर्वी घाट

फोकल प्रजातियां: बाघ (पैंथेरा टाइगस)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें, रेलवे

अध्ययन क्षेत्र:कम्बोडिया

फोकल प्रजातियां: बंगाल फ्लोरिकन (*हौबरोप्सिस बेंगालेंसिस*)

अवसंरचना प्रकार: बिजली लाइनें

पृष्ठभूमि: बंगाल फ्लोरिकन एक गंभीर रूप से संकटग्रस्त बस्टर्ड उप-प्रजाति है और दक्षिण पूर्व एशिया में एकमात्र बस्टर्ड टैक्सोन है, जहां यह कंबोडिया के टोनले सैप बाढ़ के मैदान तक ही सीमित है। हाल के वर्षों में फ्लोरिकन की आबादी में भारी गिरावट आई है, और इस क्षेत्र में जलविद्युत बांधों और संबंधित बिजली लाइनों का विकास इस गिरावट को और अधिक कर सकता है क्योंकि बस्टर्ड और अन्य बड़े पक्षियों के लिए बिजली लाइनों के साथ टकराव से मृत्यु का डर विशेष रूप से अधिक होता है। कंबोडिया की सरकार ने टोनले सैप बाढ़ के मैदान के उत्तरी किनारे पास 230-kV की बिजली लाइनों का निर्माण करने की योजना बनाई है, जो कि फ्लोरिकन आबादी के 81 प्रतिशत द्वारा उपयोग किए जाने वाले प्रजनन मैदानों से सटे हैं और संभवतः प्रजनन और गैर-प्रजनन क्षेत्रों के बीच प्रवास के मार्ग में पड़ते हैं। इस अध्ययन ने फ्लोरिकन के आवागमन और मृत्यु दर के बारे में जानकारी एकत्र की ताकि यह निर्धारित किया जा सके कि प्रस्तावित बिजली लाइनों का फ्लोरिकन आबादी पर क्या प्रभाव पड़ सकता है।

लेखकों ने पाया कि प्रस्तावित बिजली लाइनों का फ्लोरिकन आबादी पर क्या प्रभाव पड़ सकता है। टेलीमेट्री ट्रांसमीटरों का उपयोग किया। उन्होंने नई बिजली लाइन के प्रति किलोमीटर अपेक्षित घातक टक्करों की औसत दर का अनुमान लगाने के लिए बिजली लाइनों से बस्टर्ड मृत्यु दर पर पिछले अध्ययनों की एक साहित्य समीक्षा की। उन्होंने यह निर्धारित करने के लिए प्रस्तावित बिजली लाइन मार्गों के साथ देखे गए प्रवास के पथों और प्रजनन क्षेत्रों पर को ओवरले किया कि बिजली लाइनों के साथ टकराव के कारण फ्लोरिकन को उच्च मृत्यु दर का अनुभव करने की संभावना कहाँ है।

निष्कर्ष: ट्रांसमीटरों के साथ टैग किए गए फ्लोरिकन ने प्रत्येक गैर-प्रजनन मौसम में दो बार प्रस्तावित बिजली लाइन मार्ग को पार किया, जो टकराव से मृत्यु की उच्च संभावना का संकेत देता है। कुछ पक्षियों के प्रजनन क्षेत्र प्रस्तावित मार्ग के काफी करीब स्थित थे इसलिए वे अधिक बार बिजली लाइनों के संपर्क में आने की संभावना रखते थे। साहित्य समीक्षा में पिछले अध्ययनों से प्रति वर्ष बिजली लाइन के प्रति किलोमीटर में देखी गई बस्टर्ड टकराव से मृत्यु की 0.69 औसत दर का पता चला। हालांकि टोनल सैप बाढ़ के मैदान में फ्लोरिकन आबादी के लिए इन दरों को सीधे लागू करने से समस्या पैदा हो सकती है, लेखकों ने सुझाव दिया कि इस आबादी में टकराव से मृत्यु की इसी तरह की दर रहने से फ्लोरिकन की दक्षिणपूर्व एशियाई उप-प्रजातियों की एकमात्र महत्वपूर्ण आबादी में और गिरावट आ सकती है। अन्य असुरक्षित पक्षी प्रजातियां भी प्रभावित हो सकती हैं, जिनमें सारस क्रेन, स्पॉट-बिल्ड पेलिकन, और कई स्टॉर्क और आईबिस प्रजातियां शामिल हैं। लेखकों ने प्रस्तावित टोनले सैप बिजली लाइन के उन भागों को फिर से बदलने की अनशंसा की, जो टकराव के हॉटस्पॉट बनने की संभावना रखते हैं और जिन स्थानों पर अनुरणीय अध्ययन 6: म्यांमार में धूमिल तेंदुओं पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (KASZTA ET AL. 2020)

प्रकाशन: Kaszta, Z., Cushman, S. A., Htun, S., Naing, H., Burnham, D., & Macdonald, D. W.

(2020). म्यांमार में बेल्ट एंड रोड इनिशिएटिव और अन्य प्रमुख घटनाक्रमों के प्रभाव का अनुकरण एक राजदूत फेलिड, मेघ तेंदुए, नियोफेलिस नेबुलोसा पर करना। *Landscape Ecology*, 1-20.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10980-020-00976-z.pdf>.

अध्ययन क्षेत्र: म्यांमार

फोकल प्रजातियां: धूमिल तेंदुए (*नियोफेलिस नेबुलोसा*)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें, रेलवे

पृष्ठभूमि: म्यांमार में दक्षिण या दक्षिण पूर्व एशिया के किसी भी देश का सबसे व्यापक शेष वन कवर है और यह एक वैश्विक जैव विविधता का हॉटस्पॉट है, लेकिन यह प्राकृतिक संसाधन निष्कर्षण और बड़े पैमाने पर कृषि और औद्योगिक विकास के कारण तेजी से वनों की कटाई का अनुभव कर रहा है। म्यांमार के समृद्ध प्राकृतिक संसाधन और दक्षिण और दक्षिण पूर्व एशिया के बीच रणनीतिक स्थान इसे चीन के BRI का एक महत्वपूर्ण लक्ष्य बनाते हैं, जो पूरे एशिया में आर्थिक गलियारों (सड़क और रेल अवसंरचना सहित) की एक शृंखला विकसित करना चाहता है। विशेष रूप से तीन बड़ी प्रस्तावित LI परियोजनाओं - भारत-म्यांमार-थाईलैंड ट्राईलैटरल हाईवे, BRI सिल्क रोड, और BRI पाइपलाइन रेलरोड - से म्यांमार की जैव विविधता के लिए महत्वपूर्ण जोखिम पैदा होने की संभावना है, जिससे आवास की हानि और विखंडन, सड़क पर मृत्यु और वन्यजीवों की तस्करी में पहुंच बढ़ सकती है। इस अध्ययन ने क्षेत्र में वन जैव विविधता के संकेतक और एक छत्र प्रजाति के रूप में, एक व्यापक और करिश्माई शीर्ष तैदुआ के लेखकों ने धूमिल तैदुआ के आवागमन में परिवर्तन के प्रतिरोध का अनुमान लगाने के लिए पर्यावरणीय चर, शिकारी, धूमिल तैदुआ का उपयोग करके इन विकास परिदृश्यों के संभावित प्रभावों का विश्लेषण किया। LI, और मौन विकास पर स्थानिक डेटा का उपयोग किया, और फिर धूमिल तैदुआ के उपयुक्त आवास के क्षेत्रों के बीच आवागमन को सिमुलेट करने के लिए संपर्क मॉडल को चालू किया। विकास के पहले और बाद के दृश्य के परिदृश्यों के लिए संपर्क मॉडल चलाकर, लेखक धूमिल तैदुआ के लिए परिदृश्य संपर्क में बदलाव का अनुमान लगाने में सक्षम हो गए, जो कि प्रत्येक प्रस्तावित LI परियोजना के पूरा हो जाने पर अपेक्षित होगा। उन्होंने धूमिल तैदुआ के आवास के विखंडन में संभावित परिवर्तनों का अनुमान लगाने के लिए विकास के पहले और बाद के दृश्य के परिदृश्यों के लिए परिदृश्य विखंडन मेट्रिक्स की एक शृंखला की गणना की। अंत में, उन्होंने यह पता लगाने के लिए आनुवंशिक सिमुलेशन कार्यक्रम का उपयोग किया कि LI विकास परिदृश्य धूमिल तैदुआ के जीन प्रवाह को कैसे प्रभावित करेगा और आनुवंशिक विविधता और जनसंख्या आकार का प्रभावित करेगा और इन कोर को जोड़ने वाले गलियारों को विभाजित करेगा। सिल्क रोड परिदृश्य विखंडन को 39 प्रतिशत तक बढ़ा देगा। पाइपलाइन रोड एक महत्वपूर्ण कोर क्षेत्र में उच्च आवागमन घनत्व वाले क्षेत्र को काटेगा, और आनुवंशिक सिमुलेशन से सुझाव मिला कि यह धूमिल तैदुआ की आबादी की आनुवंशिक विविधता को काफी कम कर देगा। धूमिल तैदुआ की आबादी के आकार पर इन तीन LI विकास परिदृश्यों के अनुमानित अलग-अलग प्रभाव मामूली थे, लेकिन म्यांमार में नए जलविद्युत बांधों और शहरी विकास के प्रभावों के साथ मिलकर, वे धूमिल तैदुआ की आबादी के आकार को 25 प्रतिशत तक कम कर सकते हैं। वन पारिस्थितिकी तंत्रों में धूमिल तैदुआ के इस अध्ययन के परिणाम प्रस्तावित नई सड़कों और रेल से संभावित नुकसान के ठोस सबूत देते हैं, लेकिन लेखकों ने अनुशंसा की है कि म्यांमार में जैव विविधता पर LI विकास के पूर्ण प्रभावों को समझने के लिए विभिन्न फोकल प्रजातियों और अनुसंधान क्षेत्रों के लिए इस तरह के विश्लेषणों को आगे बढ़ाया जाए।

अनुसंधान क्षेत्र: नेपाल में हिम तैदुआ पर सड़कों के संभावित प्रभाव (WWF 2018)

प्रकाशन: World Wildlife Fund. (2018). Infrastructure assessment in snow leopard habitat of Nepal. WWF Nepal, Kathmandu.
https://www.panda.org/discover/knowledge_hub/?340154/Infrastructure-Assessment-in-Snow-Leopard-Habitat-of-Nepal

अध्ययन क्षेत्र: नेपाल

फोकल प्रजातियां: हिम तैदुआ (पेंथेरा उन्सिया)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें

पृष्ठभूमि: उत्तरी हिमालय क्षेत्र हिम तेंदुओं के संरक्षण के लिए एक वैश्विक प्राथमिकता वाला परिदृश्य है, जो कि उच्च पर्वतीय पारिस्थितिक तंत्र के स्वास्थ्य का संकेतक मानी जाने वाली एक प्रमुख प्रजाति है। नेपाल वैश्विक हिम तेंदुओं की आबादी का लगभग सात प्रतिशत को आश्रय देता है, लेकिन देश में LI विकास हिम तेंदुओं के लिए एक उभरता हुआ खतरा है। नेपाल की उत्तरी सीमा के पास से होकर जाने वाले सड़क नेटवर्क का विस्तार करने के लिए सार्वजनिक मांग बहुत तेज है, और राष्ट्रीय नीति निर्माता आम तौर पर पड़ोसी चीन और भारत की तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्थाओं के साथ संपर्क बढ़ाकर नेपाल के आर्थिक विकास को बढ़ावा देने के लिए इस विस्तार का समर्थन करते हैं। नेपाल के तराई क्षेत्रों को चीन से जोड़ने वाली कम से कम 13 उत्तर-दक्षिण (N-S) सड़कें प्रस्तावित या निर्माणाधीन हैं और ये हिम तेंदुओं के लिए महत्वपूर्ण आवास को काट देंगी। इन सड़कों और उनके मार्गों के साथ जुड़े मानव उपनिवेशीकरण से परिदृश्य के खंडित होने, हिम तेंदुओं की आबादी के बीच जीन प्रवाह कम होने और शिकारियों द्वारा हिम तेंदुओं के आवास तक पहुंच बढ़ाने की संभावना है। अनुसंधान, सरकारी नीतियों और विकास योजनाओं और समाचार लेखों की व्यापक समीक्षा की। उन्होंने नेपाल में हिम तेंदुओं के आवास के भीतर सड़कों के वर्तमान घनत्व का मानचित्रण किया और यह मानकर कि सभी प्रस्तावित N-S सड़कें पूरी होंगी, इसकी तुलना पूर्वानुमानित भविष्य की सड़क घनत्व से की। सड़कों से हिम तेंदुओं के लिए उच्च, मध्यम और निम्न जोखिम वाले क्षेत्रों की पहचान सड़क घनत्व के आधार पर की गई। लेखकों ने चार अन्य प्रकार की अवसंरचनाओं (खानों, ट्रेल्स, बस्तियों, हवाई अड्डों और जल विद्युत) के घनत्व में अनुमानित परिवर्तनों का भी आकलन किया, लेकिन एक विशेषज्ञ पैनल ने इन अन्य अवसंरचना प्रकारों की तुलना में हिम तेंदुओं के लिए निष्कर्ष निकाला कि सड़कों के प्रस्तावित बड़े स्तरों पर सड़कें प्रभावित होती हैं, तो सड़कों से प्रभावित होने वाले हिम तेंदुओं के आवास का कुल क्षेत्रफल 5,725 से लगभग तीन गुना बढ़कर 17,775 km² हो जाएगा। मौजूदा सड़कों के लिए प्रभावों को निम्न या मध्यम के रूप में वर्गीकृत किया गया था, लेकिन नए सड़क विकास से 600 km² का उच्च प्रभाव क्षेत्र और 175 km² का अत्याधिक उच्च प्रभाव क्षेत्र बन जाएगा। हिम तेंदुओं पर अनुमानित प्रभाव संरक्षण की चिंता वाली कई अतिरिक्त प्रजातियों तक विस्तारित होने की संभावना है, जो एक ही उच्च पर्वतीय आवास में रहती हैं, जिसमें अन्य शिकारी जैसे हिमालयन भेड़िया, तिब्बती लोमड़ी, और सुनहरा सियार, और शिकार होने वाली प्रजातियां जैसे नीली भेड़, हिमालयन तहर, हिमालयन अर्गली, हिमालयन सीरो, गोरल और कस्तूरी मृग शामिल हैं। लेखकों ने सुझाव दिया कि नेपाल में LI विकास की स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए नियोजन के दौरान पर्यावरणीय प्रभाव के आकलन में सुधार, निर्माण के दौरान शमन उपायों को शामिल करने, और संचालन के दौरान निगरानी और सुधारात्मक अनुकूलनीय अध्ययन 8: मध्य भारत में बाघों पर सड़कों के संभावित प्रभाव (THATTE ET AL. 2018)

प्रकाशन: Thatte, P., Joshi, A., Vaidyanathan, S., Landguth, E., & Ramakrishnan, U. (2018). अगली सदी में बाघों की कनेक्टिविटी बनाए रखना और विलुप्त होने को कम करना: लैंडस्केप जेनेटिक्स और स्थानिक-स्पष्ट सिमुलेशन से अंतर्दृष्टियाँ। *Biological Conservation*, 218, 181-191. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320717307346>.

अध्ययन क्षेत्र: मध्य भारत

फोकल प्रजातियां: बाघ (पैंथेरा टाइगिस)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें

पृष्ठभूमि: भारत में दुनिया के 65 प्रतिशत बाघ हैं, और देश में संरक्षण और प्रबंधन के प्रयासों ने पिछले 30 वर्षों में बाघों की आबादी में 30 प्रतिशत की वृद्धि की है, जिससे यह प्रजातियों के लिए एक महत्वपूर्ण गढ़ बन गया है। हालांकि, भारत के बाघ PAs और अन्य प्राकृतिक क्षेत्रों में छोटी आबादी में पाए जाते हैं जो तब तक व्यवहार्य नहीं कहे जा सकते जब तक कि वे जीन प्रवाह की अनुमति देने के लिए पर्याप्त रूप से जुड़े न हों। तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्था और 2050 तक मानव आबादी के दोगुना होने की उम्मीद के साथ, भारत शहरों के बीच बेहतर सड़क और रेलवे संपर्क की तेज मांग का अनुभव कर रहा है। भारत के परिवहन नेटवर्क के विस्तार और उन्नयन से बाघों की आबादी के बीच संपर्क बाधित होने की संभावना है। यह अध्ययन इस बात की पड़ताल करता है कि भविष्य के सड़क विकास परिदृश्यों में परिदृश्य संपर्क में बदलाव किस प्रकार आनुवंशिक विविधता को कम कर सकता है और ~~समय के साथ बाघों की आबादी के विलुप्त होने की संभावना को बढ़ा सकता है।~~ बाघों के फैलाव पर सड़क यातायात की तीव्रता, मानव बस्तियों और भूमि उपयोग सहित परिदृश्य चर के प्रभावों का अनुमान लगाने के लिए परिदृश्य आनुवंशिक विधियों का उपयोग किया। इसके बाद उन्होंने विभिन्न भविष्य के विकास परिदृश्यों में 100 साल की अवधि में पूरे परिदृश्य में बाघों के संभोग और विस्तार के मॉडल के लिए, और प्रत्येक परिदृश्य में बाघों की आबादी की आनुवंशिक विविधता और विलुप्त होने की संभावना में अपेक्षित परिवर्तन रिकॉर्ड करने के लिए एक आनुवंशिक सिमुलेशन प्रोग्राम का उपयोग किया। विश्लेषण में विचार किए गए विकास परिदृश्यों में दो नेशनल हाईवे (NH6 और NH7) को इतना चौड़ा करना शामिल था कि वे बाघों के फैलाव में तब तक बाधाओं के रूप में ~~निर्णय के आधार पर विकास प्रक्रियाओं को नियंत्रित करने में मदद कर सकते हैं।~~ ~~नागजीरा और नवेगांव की आबादी के बीच आनुवंशिक अंतर 65 गुना तक बढ़ जाएगा।~~ ~~लेखक अनुशंसा करते हैं कि ऐसे मामलों में जहां प्रस्तावित सड़कों को बाघों के फैलाव में बाधाओं को कम करने के लिए फिर से मार्ग तय नहीं किया जा सकता है, वहां सड़क निर्माण या विस्तार से पहले वन्यजीव ओवरपास या अंडरपास जैसे शमन संरचनाएं स्थापित की जानी चाहिए।~~ भारत में विकास योजनाओं को मानव विकास लक्ष्यों के साथ-साथ वन्यजीवों के लिए जैव विविधता और परिदृश्य संपर्क के संरक्षण पर भी ध्यान केंद्रित करना चाहिए, और इस तरह के मॉडलिंग अध्ययन से ऐसी आबादी की पहचान करने में मदद मिल सकती है जो LI ~~अनुकूलनीय अध्ययन 9: मलेशियाई बोर्नियो में धूमिल तेंदुओं पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (KASZTA ET AL. 2019)~~

प्रकाशन: Kaszta, Z., Cushman, S. A., Hearn, A. J., Burnham, D., Macdonald, E. A., Goossens, B., Nathan, S. K. S. S., & Macdonald, D. W. (2019). सबाह (बोर्नियो) में विकास और बहाली योजना में सुंडा मेघ तेंदुए (नियोफेलिस डायर्डी) संरक्षण को एकीकृत करना। *Biological Conservation*, 235, 63-76. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718309480>.

अध्ययन क्षेत्र: सबा (मलेशियाई बोर्नियो)

फोकल प्रजातियां: सुंडा धूमिल तेंदुआ (*नियोफेलिस डायर्डी*)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें, रेलवे

पृष्ठभूमि: सुंडा धूमिल तेंदुआ बोर्नियो में शीर्ष स्थलीय शिकारी है और आनुवंशिक रूप से दक्षिण पूर्व एशिया की मुख्य भूमि के धूमिल तेंदुओं से अलग है। आवास-प्रतिबंधित फैलाव वाली एक क्षेत्र-प्रतिबंधित प्रजाति के रूप में,

धूमिल तेंदुआ अन्य वन-निर्भर प्रजातियों के लिए एक छतरी के रूप में काम कर सकता है और मलेशिया के सबा राज्य में पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य का एक संकेतक हो सकता है। तेजी से वनों की कटाई के कारण धूमिल तेंदुओं की सबा आबादी ~750 तक घट गई है, और इस क्षेत्र में प्रस्तावित LI विकास से इसके आवास को और अधिक खंडित करने, जीन प्रवाह को कम करने और मृत्यु दर में वृद्धि का खतरा है। यह अध्ययन सबा में धूमिल तेंदुओं और उनके वन आवास पर सड़क और रेल विकास के संभावित प्रभावों का पता लगाने के लिए विभिन्न प्रकार की साइलिंग तकनीकों का उपयोग करता है।

लेखक: लेखक ने 2033 के लिए सबा संरचना योजना से प्रस्तावित सड़क और रेलवे विकास पर स्थानिक डेटा एकत्र किया, जिसमें 16 नए चार-लेन हाईवे भाग, 15 सड़क भाग को हाईवे में अपग्रेड करना, और 10 नए रेलमार्ग भाग शामिल हैं। उन्होंने भू-आच्छादन, वन विशेषताओं और सड़कों पर निर्भरशील होने के रूप में तेंदुओं के आवागमन पर परिदृश्य के प्रतिरोध का अनुमान लगाने के लिए धूमिल तेंदुओं के लिए GPS टेलीमेट्री डेटा का उपयोग किया। उन्होंने मौजूदा पूर्व-विकास परिदृश्य विन्यास या एक ऐसे परिदृश्य को मानकर धूमिल तेंदुओं के लिए उपयुक्त आवास के क्षेत्रों के बीच आवागमन को सिमुलेट करने के लिए कनेक्टिविटी मॉडल चलाए जिसमें प्रस्तावित LI विकास पूरा किया गया हो, और फिर धूमिल तेंदुओं पर प्रभाव का अनुमान लगाने के लिए इन पहले और बाद के विकास परिदृश्यों के परिणामों की तुलना की। लेखक ने तेंदुए के आवास के विखंडन में संभावित परिवर्तनों का अनुमान लगाने के लिए विकास के पहले और बाद के दृश्य के परिदृश्यों के लिए परिदृश्य विखंडन मेट्रिक्स की एक शृंखला की गणना की। अंत में, एक विधि का उपयोग करके जिसमें LI विकास (यानी, सड़क पर मृत्यु) के प्रत्यक्ष मृत्यु प्रभाव के साथ-साथ संपर्क पर प्रभाव शामिल हैं, उन्होंने यह पता लगाने के लिए एक आनुवंशिक सिमुलेशन प्रोग्राम का उपयोग किया कि LI विकास परिदृश्य तेंदुओं के जीन प्रवाह को कैसे प्रतिबंधित कर सकते हैं और आनुवंशिक विविधता और जनसंख्या के आकार को कैसे प्रभावित कर सकते हैं। विशेष रूप से बड़े प्रभावों वाले LI विकासों के लिए, उन्होंने तेंदुओं पर प्रभावों की भी भविष्यवाणी की कि इन विकासों को तेंदुए के आवास की नकारात्मक प्रभाव पड़ने और सभी LI विकासों में अनुमानित संपर्क में 23 प्रतिशत की कमी के साथ परिदृश्य उपयोगिता पर प्रभाव को कम करने के लिए फिर से तैय किया जाए।

विखंडन में उल्लेखनीय वृद्धि होने की भविष्यवाणी की गई। आनुवंशिक सिमुलेशन ने कुछ उप-आबादी के विलुप्त होने के साथ-साथ आनुवंशिक विविधता के पर्याप्त नुकसान सहित, आधार परिदृश्य के सापेक्ष LI विकास परिदृश्य में सबा में धूमिल तेंदुए की आबादी के आकार में कमी आने (63 प्रतिशत तक) की भविष्यवाणी की। पांच सबसे विघटनकारी प्रस्तावित LI भागों के पुनर्संयोजन से संपर्क में तीन प्रतिशत का सुधार होगा लेकिन आनुवंशिक विविधता या जनसंख्या के आकार में सुधार नहीं होगा। लेखकों ने जोर दिया कि वन्यजीव आबादी पर LI विकास के पूर्ण प्रभावों को समझने के लिए, न केवल संपर्क में कमी, बल्कि LI से जुड़े प्रत्यक्ष मृत्यु दर में वृद्धि के विश्लेषण का लेखांकन आवश्यक है। उन्होंने इस बात पर भी ध्यान दिलाया कि धूमिल तेंदुओं पर प्रभावों की उनकी मॉडल भविष्यवाणियों को रूढ़िवादी माना जाना चाहिए क्योंकि उन्होंने मानव उपद्रव, अवैध शिकार, भूमि रूपांतरण और **अनुकरणीय अध्ययन 10: लाओस में जैव विविधता पर सड़कों के संभावित प्रभाव (DANYO ET AL. 2018)** हाईवे और रेल विकास से जुड़े छोट सड़क निर्माण में वृद्धि को शामिल नहीं किया।

प्रकाशन: Danyo, S., Dasgupta, S., & Wheeler, D. (2018). Potential forest lost and biodiversity risks from road improvement in Lao PDR. Policy Research Working Paper 8569. Development Research Group, Development Economics and the Environment and Natural Resources Global Practice, World Bank Group. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30321?locale-attribute=en>.

अध्ययन क्षेत्र: लाओस

फोकल प्रजातियाँ: कोई नहीं (प्रजाति-उदासीन)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें

पृष्ठभूमि: लाओस में अधिकांश यात्री और माल परिवहन सड़कों द्वारा होता है, लेकिन देश के सड़क नेटवर्क का केवल 16 प्रतिशत ही पक्का है। सड़क की गुणवत्ता में सुधार से परिवहन लागत कम होगी और लाओस में कृषि उत्पादन की लाभप्रदता में वृद्धि होगी, लेकिन इससे बेहतर सड़कों के आसपास के नए लाभदायक गलियारों में कृषि विकास के लिए वनों की कटाई भी बढ़ेगी। यह वनों की कटाई देश की जैव विविधता के लिए हानिकारक हो सकती है, विशेष रूप से उन प्रजातियों के लिए जो अक्षुण्ण वन आवास पर निर्भर हैं। नीति निर्माताओं को जैव विविधता की रक्षा करते हुए आर्थिक विकास को कहां और कैसे आगे बढ़ाया जाए, इसके बारे में बेहतर निर्णय लेने में संभावित सड़क सुधारों के जैविक प्रभावों पर स्थानिक रूप से स्पष्ट जानकारी से लाभ होगा। इस अध्ययन ने लाओस के राष्ट्रव्यापी सड़क नेटवर्क में सुधार से जुड़े आर्थिक लाभ और जैव विविधता के नुकसान के बीच इन संबंधों का पता लगाया। इस अध्ययन ने लाओस के मौजूदा सड़क नेटवर्क और ऐतिहासिक वनों की कटाई के स्वरूप पर स्थानिक डेटा का उपयोग किया ताकि यह मॉडल किया जा सके कि सड़क के प्रकार और निकटता, कानूनी सुरक्षा स्थिति, आर्थिक विशेषताओं और परिदृश्य विशेषताओं से वनों की कटाई की दर कैसे प्रभावित हुई है। लेखकों ने तब इस मॉडल का उपयोग भविष्य में वनों की कटाई की मात्रा और स्थान की भविष्यवाणी करने के लिए किया था जो तब होगा जब लाओस के सड़क नेटवर्क में सभी माध्यमिक और तृतीयक सड़कों को अंततः प्राथमिक सड़कों में अपग्रेड कर दिया जाए। उन्होंने एक कॉम्पोजिट बायोडायवर्सिटी इंडेक्स का उपयोग करके देश भर में जैव विविधता के मान का मानचित्रण किया, जिसमें बायोम की स्थिति, प्रजातियों के घनत्व, स्थानिकता और विलुप्त होने के जोखिम पर संयुक्त जानकारी शामिल थी, और जिसे उन्होंने पिछली वनों की कटाई के अनुसार समायोजित किया था। अंत में, लेखकों ने इस कटाई-समायोजित जैव विविधता सूचकांक को उच्च अपेक्षित जैव विविधता हानि के क्षेत्रों की पहचान करने के लिए पूर्ण सड़क उन्नयन परिदृश्य में उनके मॉडल द्वारा अनुमानित वनों की कटाई में अनुमानित वृद्धि से निष्कर्ष: अर्थोमेट्रिक (इकोनोमेट्रिक) मॉडल से संकेत मिलता कि माध्यमिक सड़कों से तृतीयक सड़कों की तुलना में अधिक वनों की कटाई होती है, और प्राथमिक सड़कें और भी अधिक कटाई की ओर ले जाती हैं। लाओस की माध्यमिक और तृतीयक सड़कों के उन्नयन से वनों की कटाई में उल्लेखनीय वृद्धि होने की भविष्यवाणी की गई थी, विशेष रूप से देश के उत्तरी क्षेत्र में, जहां कुछ 500-m के ग्रीड सेल में वनों की कटाई का मान 14 प्रतिशत तक बढ़ जाएगा। सड़क उन्नयन से वनों की कटाई के जैव विविधता प्रभावों के बारे में यह अनुमान लगाया गया था कि यह देश भर में पर्याप्त और व्यापक रूप से फैलेंगे। इस अध्ययन के परिणाम उन परिवहन गलियारों में प्रत्यक्ष सड़क उन्नयन निवेश में मदद कर सकते हैं जहां जैव विविधता को नुकसान कम से कम किया जाएगा, साथ ही ये उन क्षेत्रों पर भी प्रकाश डालते हैं जहां प्रमुख जैव विविधता के नुकसान से बचने के लिए अधिक कठोर भूमि संरक्षण उपायों की आवश्यकता होगी। उन्होंने ध्यान दिलाया कि उनके विश्लेषण में उपयोग की जाने वाली कार्यप्रणाली का उपयोग छोटे स्थानिक पैमानों पर सड़क सुधारों के पर्यावरणीय प्रभावों (जैसे, परियोजना-स्तरीय विश्लेषण) या उन प्रस्तावित अनुकरणीय अध्ययन 11: तराई आर्क, नेपाल में जैव विविधता पर सड़कों और रेलवे के संभावित प्रभाव (SHARMA ET AL. 2018)

प्रकाशन: Sharma, R., Rimal, B., Stork, N., Baral, H., & Dhakal, M. (2018). Spatial assessment of the potential impact of infrastructure development on biodiversity conservation in Lowland Nepal. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(9), 365. <https://www.mdpi.com/2220-9964/7/9/365>.

अध्ययन क्षेत्र: तराई आर्क, नेपाल

फोकल प्रजातियाँ: कोई नहीं (प्रजाति-उदासीन)

अवसंरचना प्रकार: सड़कें, रेल

पृष्ठभूमि: नेपाल जैव विविधता संरक्षण में एक वैश्विक नेतृत्वकर्ता है और इसे उन प्रजातियों के सफलतापूर्वक संरक्षण के लिए मान्यता प्राप्त है जिनके लिए बड़े, अक्षुण्ण पारिस्थितिक तंत्र की आवश्यकता होती है। नेपाल-भारत सीमा के पास-पास सीमा आर-पार का TAL जैव विविधता संरक्षण के लिए एक विशेष रूप से महत्वपूर्ण परिदृश्य है क्योंकि यहां बाघ, हाथी और गैंडे जैसे बड़े जीवों सहित कई संकटग्रस्त वन्यजीव प्रजातियों के लिए महत्वपूर्ण आवास हैं। TAL कुछ क्षेत्रों में उच्च मानव जनसंख्या घनत्व वाला एक कृषि उत्पादक परिदृश्य भी है, और नेपाल की सरकार की रणनीतिक योजना क्षेत्र में नए LI विकास प्रस्तावित करती है। इस योजना में पोस्टल हाईवे और पूर्व-पश्चिम रेलवे शामिल हैं जो TAL की पूरी लंबाई और कई PAs से होकर गुजरती हैं, जो पर्यावरणीय प्रभावों को कम करने के लिए ठीक से डिजाइन नहीं किए जाने पर क्षेत्र की जैव विविधता को खतरे में डाल सकते हैं। इस अध्ययन ने प्रजातियों और आबादी पर प्रभावों के लिए एक प्रॉक्सी के रूप में आवास गुणवत्ता में परिवर्तन का उपयोग करके ~~लेखकों ने मौजूदा और प्रस्तावित सड़कों और रेल पर सरकारी एजेंसियों से स्थानिक डेटा प्राप्त किया।~~ जैव विविधता पर TAL में प्रस्तावित LI विकास के प्रभावों को पूर्वानुमान लगाया और मानचित्रण किया। उन्होंने आवास की उपयुक्तता और इन विकास के खतरों की विशेषताओं पर निर्भरशील के रूप में सड़कों और रेल (साथ ही मानव बस्तियों और कृषि) के विकास से जुड़े आवास गुणवत्ता में परिवर्तन की भविष्यवाणी करने के लिए आवास गुणवत्ता मॉडलिंग प्रोग्राम InVEST का उपयोग किया। इस प्रक्रिया में जैव विविधता और पारिस्थितिक मॉडलिंग पर सरकार और NGO के विशेषज्ञों के इनपुट को शामिल किया गया था। आवास परिवर्तन तीन आवास संरक्षण परिदृश्यों में मॉडल किए गए थे, जो मौजूदा PAs और उनके आसपास के बफर ज़ोन में मानव पहुंच के विभिन्न स्तरों (और इसके परिणामस्वरूप मानवजनित खतरों जैसे अवैध शिकार, अवैध कटाई और आक्रामक प्रजातियों) को स्वीकार करते थे। लेखकों ने TAL के लिए आवास गुणवत्ता के मान को खराब, निम्न, मध्यम, अच्छा और उच्च वर्गों में वर्गीकृत किया, और विकास के परिणामस्वरूप इन आवास गुणवत्ता वर्गों के स्थानिक वितरण में ~~निष्कर्ष: प्रस्तावित LI सुरक्षा स्तर की परवाह किए बिना TAL में उच्च गुणवत्ता वाले आवास को पार करेगा और क्षय परिवर्तन को पूर्वानुमान लगाया।~~ पहुंचाएगा, जिससे आवास गुणवत्ता का मान वर्तमान में उच्च गुणवत्ता के रूप में वर्गीकृत क्षेत्रों का 12 प्रतिशत तक घट जाएगा। आवास की गुणवत्ता के नुकसान की सीमा और परिमाण PAs और उनके बफर ज़ोन को दी जाने वाली सुरक्षा के स्तर पर निर्भर था। वर्तमान सुरक्षा के स्तरों में भी, मॉडल ने कुछ PAs में आवास की गुणवत्ता में कमी की भविष्यवाणी की, जैसे शुक्लफांटा नेशनल पार्क, चितवन नेशनल पार्क और ब्लैकबक संरक्षण क्षेत्र। सड़क और रेल विकास तीन नेशनल पार्कों के भीतर या आसपास के क्षेत्रों में आवास की गुणवत्ता को 40 प्रतिशत तक कम कर सकता है। लेखकों ने सुझाव दिया कि इस अध्ययन से आवास के नुकसान की पूर्वानुमानित हॉटस्पॉट का उपयोग विशेष रूप से असुरक्षित स्थानों पर संरक्षण प्रयासों को निर्देशित करने के लिए किया जा सकता है। परिणाम TAL में भविष्य के LI विकास के लिए एक रणनीतिक पर्यावरणीय आकलन विकसित करने के लिए आधार के रूप में भी काम आ सकते हैं, जिसमें पर्यावरणीय प्रभाव आकलनों, जो परंपरागत रूप से LI परियोजनाओं के लिए संचालित किए जाते हैं लेकिन अक्सर LI से जुड़े पर्यावरणीय प्रभावों की पूरी सीमा के आकलन के लिए अपर्याप्त होते हैं, की तुलना में और व्यापक स्थानिक और अस्थायी दायरा होगा।

अनुकरणीय अध्ययन का संश्लेषण

नीचे, हम मौजूदा सूक्ष्म पैमाने के अध्ययनों की प्रमुख विशेषताओं का एक संक्षिप्त अवलोकन प्रदान करते हैं और यह सुझाव देते हैं कि एशिया में प्रस्तावित LI परियोजनाओं के संभावित प्रभावों की हमारी समझ में वर्तमान अंतर को पाटने के लिए भविष्य के स्थानिक विश्लेषण इन अध्ययनों पर कैसे निर्माण कर सकते हैं।

अध्ययन की विविधता

हमने जिन सभी अध्ययनों की समीक्षा की, वे दक्षिण एशिया (भारत, नेपाल) या दक्षिण पूर्व एशिया (कंबोडिया, इंडोनेशिया, लाओस, मलेशिया, म्यांमार) से थे। लगभग आधे अध्ययन प्रजाति-उदासीन विश्लेषण थे जो किसी विशेष प्रजाति पर ध्यान केंद्रित नहीं करते थे, और केवल एक पक्षी प्रजातियों (बंगाल फ्लोरिकन) पर केंद्रित अध्ययन को छोड़कर बाकी बड़े फेलिड्स (बाघ, धूमिल तेंदुए, हिम तेंदुए) पर केंद्रित थे। लगभग सभी अध्ययनों ने सड़कों के प्रभावों पर विचार किया, जबकि आधे ने रेलवे पर विचार किया, और केवल एक अध्ययन ने बिजली लाइनों पर विचार किया। लगभग दो-तिहाई अध्ययन सहकर्म-समीक्षित (पीयर-रीव्यूड) विज्ञान पत्रिकाओं में प्रकाशित हुए थे, जबकि शेष तीसरे को श्वेत पत्र या रिपोर्ट के रूप में जारी किया गया था। अकादमिक क्षेत्र और पर्यावरण संबंधी NGOs के सह-लेखकों ने लगभग दो-तिहाई अध्ययनों में योगदान दिया, जबकि सरकारी एजेंसी के कर्मचारियों ने लगभग एक-तिहाई अध्ययनों का सह-लेखन किया, और बहुपक्षीय विकास बैंक के कर्मचारियों ने एक अध्ययन में मौजूदा उच्च-गुणवत्ता वाले अध्ययनों की ये विशेषताएं यह बताती हैं कि एशिया के भीतर, विशेष रूप से पूर्वी और मध्य एशिया में भौगोलिक कवरेज का विस्तार करके; बड़े स्तनधारी मांसाहारियों के अलावा अन्य फोकल प्रजातियों (जैसे, पक्षी, शाकाहारी स्तनधारी, सरीसृप) के अधिक अध्ययन को शामिल करने के लिए टैक्सोनोमिक कवरेज का विस्तार करके; सड़कों के अलावा अन्य LI साधन, विशेष रूप से बिजली लाइनों, पर जोर देकर; और सरकारी एजेंसियों और बहुपक्षीय विकास बैंकों के कर्मचारियों को सीधे तौर पर शामिल करके, जो जैव विविधता को प्रभावित करने वाली संभावित LI परियोजनाओं को मंजूरी, योजना और वित्त पोषण के लिए काफी हद तक जिम्मेदार हो सकते हैं, LI प्रभावों के सूक्ष्म पैमाने पर, भविष्यदर्शी स्थानिक विश्लेषणों का बेहतर प्रस्तुतिकरण किया जा सकता है।

जैव विविधता पर प्रभाव

अधिकांश अध्ययनों ने वन्यजीवों द्वारा अनुभव किए गए पर्यावरण में अनुमानित परिवर्तनों को चिह्नित करके जैव विविधता पर LI के प्रभावों पर विचार किया। सबसे अधिक विचार किया गया प्रभाव परिदृश्य विखंडन, या इसके विपरीत, संपर्क का नुकसान था, जिसे लगभग दो-तिहाई अध्ययनों ने संबोधित किया। लगभग आधे अध्ययनों ने परिदृश्य में आवास की मात्रा या गुणवत्ता पर प्रस्तावित LI के प्रभावों पर विचार किया, जिसमें आवास या तो प्रत्येक प्रजाति के लिए या सामान्य रूप से जैविक समुदाय के लिए परिभाषित किया गया था। LI के लिए वन्यजीवों की जनसंख्या-स्तर की प्रतिक्रियाओं के अध्ययन (जैसे जनसंख्या बहुतायत में परिवर्तन, मृत्यु दर, आनुवंशिक विविधता, या विलुप्त होने का जोखिम) कम आम थे; आधे से भी कम अध्ययनों ने इनमें से एक या अधिक वन्यजीव प्रतिक्रियाओं पर विचार किया। हालांकि प्रस्तावित LI से परिदृश्य संरचना और संरचना के प्रभावों को मापना और उनकी भविष्यवाणी करना अक्सर आसान होता है, जैव विविधता के लिए उत्पन्न खतरे को समझने के लिए LI विकास के परिणामस्वरूप होने वाले परिदृश्य परिवर्तनों के लिए अपेक्षित वन्यजीव प्रतिक्रियाओं के अधिक अध्ययन **रैखिक अवसंरचना डेटा** की आवश्यकता है।

सूक्ष्म पैमाने के अध्ययन में प्रयुक्त प्रस्तावित LI पर स्थानिक डेटा कई अलग-अलग स्रोतों से प्राप्त किया गया था। सरकारी नियोजन दस्तावेज़ सबसे आम स्रोत थे, लेकिन अध्ययन के लेखकों ने सरकार और NGO के डेटाबेस, समाचार लेखों और प्रस्तावित LI पर स्थानिक डेटा संकलित करने के लिए अनुमति आवेदनों पर भी निर्भर थे। ऐसा लगता है कि LI डेटा का विवरण और स्थानिक सटीकता व्यापक रूप से भिन्न है; कुछ अध्ययनों में सरकारी दस्तावेज़ों में प्रस्तावित LI मार्गों के अपेक्षाकृत मोटे पैमाने के मानचित्रों से डेटा को डिजिटाइज़ करने का उल्लेख किया गया है, जो स्थानिक त्रुटि ला सकता है और सूक्ष्म पैमाने के विश्लेषण की क्षमता को सीमित कर सकता है।

सार्वजनिक पहुंच और प्रस्तावित LI पर स्थानिक डेटा की गुणवत्ता में सुधार के लिए सरकारी एजेंसियों और LI परियोजना वित्तपोषकों (जैसे, बहुपक्षीय विकास बैंक) के प्रयासों से LI विकास के संभावित जैव विविधता प्रभावों का आसान, तेज और अधिक सटीक अध्ययन सक्षम होगा। आदर्श रूप से, प्रस्तावित LI मार्गों को ऑनलाइन डेटाबेस या साधारण डेटा अनुरोध के माध्यम से आसानी से प्राप्त किया जाता है; सटीकता को अधिकतम करने के लिए भू-स्थानिक डेटा प्रारूप (यानी, एक GIS शेपफाइल) में प्रदान किया जाता है; डिजाइन और निर्माण शुरू करने से पहले अध्ययन के लिए पर्याप्त समय की अनुमति देने के लिए योजना प्रक्रिया की शुरुआत में उपलब्ध होगा; और इनमें LI प्रभावों के अधिक सूक्ष्म आकलन की अनुमति देने के लिए प्रस्तावित LI की विशेषताओं (जैसे, सड़क लेन की संख्या, सड़क की सतह, बाड़ की उपस्थिति/अनुपस्थिति, बिजली लाइन वोल्टेज, रेलवे ट्रैक गेज) पर अतिरिक्त **जैविक डेटा** शामिल होगी।

LI विकास के संभावित प्रभावों का आकलन करने के लिए जैविक डेटा प्रकारों की एक विस्तृत शृंखला का उपयोग किया गया था। नामित PAs, वन आरक्षित क्षेत्र, और संरक्षण के लिए प्रबंधित अन्य प्रशासनिक इकाइयों के मानचित्रों का उपयोग लगभग आधे अध्ययनों में उन क्षेत्रों की पहचान करने के लिए किया गया था जहां प्रस्तावित LI जैव विविधता को नुकसान पहुंचा सकते हैं। भू-आवरण और वनस्पति के विशेषताओं पर दूरस्थ रूप से संवेदित डेटा का उपयोग अक्सर नामित PAs के अंदर और बाहर के स्थानों की पहचान करने के लिए किया गया था जो जैव विविधता के उच्च स्तर को आश्रय देने की संभावना रखते हैं और LI विकास के लिए असुरक्षित हो सकते हैं, जैसे अक्षुण्ण वन पट्टी, आर्द्रभूमि, या रिपेरियन क्षेत्र। कई अध्ययन आवास की गुणवत्ता या जानवरों के आवागमन में प्रतिरोध का अनुमान लगाने के लिए अन्य पर्यावरणीय और मानवजनित परिदृश्य चर (जैसे, भू-आवरण, स्थलाकृति, और मानव विकास) के स्थानिक डेटा पर भी निर्भर थे।

अनुभवजन्य क्षेत्र डेटा का उपयोग किया। शोधकर्ताओं ने कंबोडिया में मौजूदा प्रवास मार्गों का दस्तावेजीकरण करने के लिए ट्रैकिंग उपकरणों के साथ टैग किए गए बंगाल फ्लोरिकन के टेलीमेट्री डेटा और मलेशियाई बोरनियो के लिए कनेक्टिविटी मॉडल विकसित करने के लिए GPS-कॉलर वाले धूमिल तेंदुओं के डेटा का उपयोग किया। कैमरा-ट्रैपिंग डेटा का उपयोग म्यांमार में धूमिल तेंदुओं के लिए आवास की उपयुक्तता के मॉडल और कनेक्टिविटी मॉडल विकसित करने के लिए किया गया था। भारत में बाघों से एकत्र किए गए आनुवंशिक नमूनों का उपयोग आवागमन में परिदृश्य प्रतिरोध का अनुमान लगाने और वन्यजीव गलियारों के मानचित्रण के लिए किया गया था। कैमरा ट्रैप इमेज, टेलीमेट्री स्थान और आनुवंशिक नमूनों जैसे क्षेत्र डेटा एकत्र करने के लिए आवश्यक समय और खर्च काफी हो सकता है, लेकिन ये डेटा संभावित LI प्रभावों के विस्तृत, प्रजाति-विशिष्ट विश्लेषण को सक्षम बनाते हैं जो संसाधनों से अनुमति मिलने पर अतिरिक्त प्रयास के लायक हो सकते हैं। योजना प्रक्रिया में निर्माण पूर्व वन्यजीव हेतु संभावित प्रभावों के विश्लेषण के लिए पक्षी और अन्य प्रभावों पर अतिरिक्त डेटा शामिल होना चाहिए, जैसे कि रेलवे और सड़कों के निर्माण के दौरान वन्यजीवों के प्रभावों के संभावित विश्लेषणों में जानकारी प्रदान कर सकता है (जैसे, सड़क पक्की करना या चौड़ी करना)। इन डेटा का उपयोग वन्यजीव मृत्यु दर की उच्च दर वाले वर्तमान LI भागों का मानचित्रण करने के लिए किया जा सकता है, जहां वन्यजीवों से टकराव को रोकने के लिए शमन उपायों को परियोजना उन्नयन डिजाइनों में शामिल किया जाना चाहिए, साथ ही साथ लगातार वन्यजीव क्रॉसिंग के वर्तमान स्थान जहां LI विस्तार के दौरान अंडरपास और ओवरपास जैसी संरचनाओं जैसे वन्यजीव क्रॉसिंग स्थापित करके संपर्क को बनाए रखा जाना चाहिए।

विश्लेषण के तरीके

लगभग आधे अध्ययनों ने संभावित संघर्ष के क्षेत्रों की पहचान करने के लिए संरक्षण हित (जैसे, PAs, अक्षुण्ण वन पट्टी, जैव विविधता हॉटस्पॉट, महत्वपूर्ण आवास, वन्यजीव गलियारे) की विशेषताओं के साथ प्रस्तावित LI मार्गों के सरल स्थानिक ओवरले का उपयोग किया। इस दृष्टिकोण को अक्सर न्यूनतम डेटा आवश्यकताओं के साथ लागू किया जा सकता है और यह उन स्थानों को उजागर करने के लिए एक उपयोगी पहला कदम प्रदान करता है जहां

LI विकास से जैव विविधता पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ने की संभावना है।

अन्य अध्ययनों ने जैव विविधता पर अधिक विशिष्ट प्रभावों की भविष्यवाणी करने के लिए अधिक मात्रात्मक और डेटा-इंटेंसिव दृष्टिकोण का उपयोग किया। उदाहरण के लिए, कई अध्ययनों ने यह अनुमान लगाने के लिए परिदृश्य विखंडन या संपर्क मेट्रिक्स का उपयोग किया कि प्रस्तावित LI से जुड़े भू-आवरण परिवर्तन या बाधा के प्रभाव पूरे परिदृश्य में वन्यजीवों के आवागमन की क्षमता को कैसे प्रभावित करेंगे। अन्य अध्ययनों ने LI और अन्य पर्यावरणीय और मानवजनित चर पर निर्भरशील के रूप में परिदृश्य में आवागमन के स्वरूप की भविष्यवाणी करने के लिए प्रजाति-विशिष्ट कनेक्टिविटी मॉडल विकसित करने के लिए जानवरों की उपस्थिति, आवागमन या आनुवंशिकी डेटा का उपयोग किया। LI विकास के पहले और बाद के परिदृश्यों के लिए संपर्क की मॉडलिंग और तुलना करके, इन अध्ययनों ने स्थानिक स्वरूप में परिवर्तन और LI विकास के परिणामस्वरूप होने वाले जानवरों के आवागमन की मात्रा की भविष्यवाणी की। कई अध्ययनों में यह अनुमान लगाने के लिए आनुवंशिक सिमुलेशन का उपयोग किया गया था कि प्रस्तावित LI से जुड़े परिदृश्य संपर्क और प्रत्यक्ष मृत्यु दर (जैसे, वन्यजीव और वाहन के टकराव) में

हमारे द्वारा समीक्षा किए गए अध्ययनों में कई सामान्य अनुशासण और निष्कर्ष सामने आए। सबसे पहले, अध्ययन के लेखकों ने किसी देश या परिदृश्य के भीतर LI विकास के लिए जिम्मेदार संस्थाओं और जैव विविधता संरक्षण के लिए जिम्मेदार संस्थाओं के बीच समन्वय में सुधार के महत्व पर बल दिया। कुछ मामलों में, विकास और संरक्षण योजनाएं परस्पर विरोधी उद्देश्यों पर काम करती प्रतीत हो रही थीं, और वैकल्पिक विकास परिदृश्यों में जैव विविधता के प्रभावों के स्थानिक विश्लेषण इस अंतर को पाटने में मदद कर सकते हैं। दूसरा, LI योजना के चरण के दौरान जैव विविधता के संभावित प्रभावों पर प्रारंभिक विचार, स्थानिक विश्लेषण द्वारा सक्षम, नुकसान से बचने या कम करने के लिए महत्वपूर्ण है। कुछ अध्ययनों ने उल्लेख किया है कि यह प्रारंभिक परामर्श समग्र परियोजना लागत को कम कर सकता है क्योंकि प्रारंभिक योजना या निर्माण पूरा होने के बाद LI को फिर से डिजाइन करना या जैव विविधता की रक्षा के लिए शमन संरचनाओं को स्थापित करना अधिक महंगा है। तीसरा, कई अध्ययनों ने इस बात पर जोर दिया कि LI विकास के माध्यमिक प्रभाव निर्माण के भौतिक पदचिह्न से काफी आगे बढ़ सकते हैं, लेकिन अधिकांश स्थानिक विश्लेषणों में उनपर अच्छी तरह से पकड़ नहीं बनाई जा सकी। उदाहरण के लिए, नए सड़क निर्माण से आसपास के परिदृश्य में अवैध शिकार और अवैध कटाई में वृद्धि हो सकती है क्योंकि इससे मनुष्यों के लिए पहले के दूरस्थ और पारिस्थितिक रूप से अक्षुण्ण क्षेत्रों तक पहुंच आसान हो जाती है। अंत में, हमारे द्वारा समीक्षा किए गए अध्ययनों ने एकल फोकल प्रजातियों पर LI विकास के प्रभावों पर ध्यान केंद्रित किया, | 92

अनुशासण और निष्कर्ष

हमारे द्वारा समीक्षा किए गए अध्ययनों में कई सामान्य अनुशासण और निष्कर्ष सामने आए। सबसे पहले, अध्ययन के लेखकों ने किसी देश या परिदृश्य के भीतर LI विकास के लिए जिम्मेदार संस्थाओं और जैव विविधता संरक्षण के लिए जिम्मेदार संस्थाओं के बीच समन्वय में सुधार के महत्व पर बल दिया। कुछ मामलों में, विकास और संरक्षण योजनाएं परस्पर विरोधी उद्देश्यों पर काम करती प्रतीत हो रही थीं, और वैकल्पिक विकास परिदृश्यों में जैव विविधता के प्रभावों के स्थानिक विश्लेषण इस अंतर को पाटने में मदद कर सकते हैं। दूसरा, LI योजना के चरण के दौरान जैव विविधता के संभावित प्रभावों पर प्रारंभिक विचार, स्थानिक विश्लेषण द्वारा सक्षम, नुकसान से बचने या कम करने के लिए महत्वपूर्ण है। कुछ अध्ययनों ने उल्लेख किया है कि यह प्रारंभिक परामर्श समग्र परियोजना लागत को कम कर सकता है क्योंकि प्रारंभिक योजना या निर्माण पूरा होने के बाद LI को फिर से डिजाइन करना या जैव विविधता की रक्षा के लिए शमन संरचनाओं को स्थापित करना अधिक महंगा है। तीसरा, कई अध्ययनों ने इस बात पर जोर दिया कि LI विकास के माध्यमिक प्रभाव निर्माण के भौतिक पदचिह्न से काफी आगे बढ़ सकते हैं, लेकिन अधिकांश स्थानिक विश्लेषणों में उनपर अच्छी तरह से पकड़ नहीं बनाई जा सकी। उदाहरण के लिए, नए सड़क निर्माण से आसपास के परिदृश्य में अवैध शिकार और अवैध कटाई में वृद्धि हो सकती है क्योंकि इससे मनुष्यों के लिए पहले के दूरस्थ और पारिस्थितिक रूप से अक्षुण्ण क्षेत्रों तक पहुंच आसान हो जाती है। अंत में, हमारे द्वारा समीक्षा किए गए अध्ययनों ने एकल फोकल प्रजातियों पर LI विकास के प्रभावों पर ध्यान केंद्रित किया, | 92

अध्ययन के लेखकों ने अक्सर ध्यान दिलाया कि उनके विश्लेषण द्वारा अनुमानित प्रभाव फोकल प्रजातियों तक सीमित नहीं होंगे; बल्कि, वे उम्मीद करते हैं कि उनके अध्ययन क्षेत्र में कई अन्य प्रजातियां LI विकास से समान प्रभावों का अनुभव करेंगी।

योगदान

टायलर क्रीच (CLLC) ने अनुकरणीय अध्ययनों की समीक्षा की। रॉब एमेट (CLLC/WTI), टोनी क्लेवेंजर (WTI), और ग्रेस स्टोनसिफर (CLLC) ने समीक्षाओं को संपादित किया।

मुख्य निष्कर्ष

हमारे स्थानिक विश्लेषणों के तीन भागों से कई सामान्य विषय उभर कर सामने आए। निम्नलिखित सबसे महत्वपूर्ण निष्कर्षों को दर्शाता है:

1. स्थानिक विश्लेषण वर्तमान में सीमित उपलब्धता और प्रस्तावित LI पर डेटा की खराब गुणवत्ता से बाधित हैं। LI परियोजना मार्गों पर स्थानिक डेटा को आमतौर पर स्थानिक डेटाबेस में व्यवस्थित रूप से संकलित नहीं किया गया है, और इस जानकारी को अक्सर शोधकर्ताओं और अन्य इच्छुक पार्टियों द्वारा नियोजन दस्तावेजों और मीडिया रिपोर्टों का उपयोग करके अवसरवादी रूप से एक साथ जोड़ा जाना चाहिए। इससे अनिश्चित मार्ग स्थान, पुराने परियोजना विवरण, और अनजाने में स्थानिक विश्लेषण से LI परियोजनाओं की चूक हो सकती है।
2. मोटे और सूक्ष्म पैमाने दोनों तरह के स्थानिक विश्लेषण LI से जैव विविधता पर खतरों को चिह्नित करने और सुरक्षा उपायों को डिजाइन करने और प्राथमिकता देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। मोटे पैमाने के अध्ययन जैविक समुदाय को होने वाले नुकसान से बचने या कम करने के प्रयासों को आगे बढ़ाने के लिए महाद्वीपीय या क्षेत्रीय पैमाने पर प्राथमिकता वाले क्षेत्रों के चयन की जानकारी दे सकते हैं। सूक्ष्म पैमाने के अध्ययन परियोजना नियोजन और शमन या मुआवजा रणनीतियों और उनके कार्यान्वयन में जानकारी प्रदान करने के लिए पर्याप्त रिजोलुशन पर प्रजातियों या चिंता वाले आवासों पर अलग-अलग LI परियोजनाओं के संभावित प्रभावों में अंतर स्पष्ट प्रदान करने हैं।
3. जैव विविधता पर सड़कें और रेलवे के प्रतिकूल प्रभावों को तूलना में, बिजली लाइनों के प्रभावों का कम अध्ययन किया गया है, और LI विकास के बहुत कम स्थानिक विश्लेषणों ने बिजली लाइनों पर विचार किया है। हालांकि, पूरे एशिया में व्यापक रूप से बिजली लाइन विकास प्रस्तावित हैं, और इसका अधिकांश भाग उच्च जैव विविधता वाले क्षेत्रों में या PAs के निकट है।
4. प्रस्तावित LI के प्रभावों के आकलन के लिए स्थानिक दृष्टिकोण विविध हैं। दृष्टिकोण स्थानिक पैमाने (सीमा और रिजोलुशन), विश्लेषणात्मक तरीकों, विचाराधीन जैव विविधता तत्वों (जैसे, आबादी, प्रजातियों और पारिस्थितिक तंत्र), और LI प्रभावों के प्रकार (जैसे, आवास, परिदृश्य विखंडन, और कम जनसंख्या बहुतायतता) के अनुसार भिन्न-भिन्न होते हैं। कोई एकल सर्वोत्तम दृष्टिकोण नहीं है - बल्कि, दृष्टिकोण संदर्भ-विशिष्ट होते हैं और जैव विविधता डेटा और LI डेटा की उपलब्धता और गुणवत्ता से सीमित होते हैं।
5. संभावित LI प्रभावों के प्रजाति-उदासीन स्थानिक विश्लेषण आम हैं और बहुत बड़े स्थानिक विस्तार पर विचार करते समय, जब व्यापक पारिस्थितिक समुदाय के प्रभाव प्राथमिक रुचि के होते हैं, या जब संरक्षण चिंता वाली प्रजातियों के लिए जैविक डेटा उपलब्ध नहीं होते हैं, आवश्यक हो सकते हैं। हालांकि, प्रजाति-विशिष्ट विश्लेषण LI विकास के लिए वन्यजीव प्रतिक्रियाओं के अधिक प्रत्यक्ष अनुमान प्रदान कर सकते हैं (जैसे, जनसंख्या बहुतायतता में परिवर्तन, भौगोलिक विस्तार, या विलुप्त होने का जोखिम) जो प्रजाति-उदासीन विश्लेषणों की तुलना में योजनाकारों और जनता के साथ अधिक प्रतिध्वनित हो सकते हैं।
6. स्थानिक विश्लेषणों में समग्र प्रभावों और द्वितीयक प्रभावों पर पर्याप्त विचार नहीं किया जा सकता है। समग्र प्रभाव एक प्रस्तावित LI परियोजना को अन्य अतीत, वर्तमान और भविष्य के विकास (जैसे, एक परिदृश्य में मौजूदा सड़कें) में जोड़ने पर पैदा होने वाले प्रभाव हैं। माध्यमिक प्रभाव अन्य खतरों के अप्रत्यक्ष प्रभाव हैं जो LI के विकास से बढ़े हैं, जैसे कि अवैध कटाई और अवैध शिकार जो नई सड़कों से दूर-दराज के क्षेत्रों में होते हैं। अपेक्षाकृत बहुत कम स्थानिक विश्लेषण समग्र और द्वितीयक प्रभावों पर स्पष्ट रूप से विचार करते हैं, जिन्हें मापना मुश्किल हो सकता है, लेकिन जैव विविधता पर उनके प्रभाव महत्वपूर्ण हो सकते हैं।

7. मौजूदा सहकर्मी-समीक्षित (पीयर-रीव्यूड) स्थानिक विश्लेषणों ने काफी हद तक दक्षिण और दक्षिण पूर्व एशिया पर ध्यान केंद्रित किया है, जो कि समझ में भी आता है क्योंकि इन क्षेत्रों में LI विकास और उच्च जैव विविधता मान की तीव्र गति को देखते हुए सबसे गंभीर LI प्रभावों का अनुभव होने की संभावना है। हालांकि, स्थानिक विश्लेषणों का यह संकीर्ण भौगोलिक फोकस एशिया के अन्य क्षेत्रों में जैव विविधता के लिए संभावित LI प्रभावों की हमारी समझ को सीमित करता है, जहां प्रजातियां, आवास और पारिस्थितिक प्रक्रियाएं अलग-अलग हो सकती हैं (जैसे, मध्य एशिया के स्टेपी के मैदानों में खुरदार स्तनधारियों द्वारा लंबी दूरी के प्रवासन सहित)।
8. विश्व का महाद्वीपीय स्तर पर मौजूदा विश्लेषणों ने भी बड़े पैमाने पर चीन की BRI से जुड़ी LI परियोजनाओं पर ध्यान केंद्रित किया है। हालांकि, हमारे मोटे पैमाने के विश्लेषण से पता चलता है कि एशिया के भीतर अन्य क्षेत्रीय आर्थिक विकास पहलों (जैसे, SASEC, CAREC, ASEAN) द्वारा वित्त पोषित प्रस्तावित LI कम से कम प्रस्तावित BRI-वित्त पोषित LI जितना व्यापक है। एशियाई जैव विविधता पर इन गैर-BRI परियोजनाओं का प्रभाव काफी होगा, और कई देशों में BRI प्रभावों के साथ समग्र होगा।
9. LI विकास का प्रभाव पूरे एशिया में पड़ने की उम्मीद है, लेकिन दक्षिणपूर्व और दक्षिण एशिया के उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय वन विशेष रूप से गंभीर रूप से प्रभावित हो सकते हैं। हाई-प्रोफाइल पारिस्थितिक तंत्र (जैसे, तराई आर्क, बोर्नियन, और सुमात्रन वर्षावन) को प्रस्तावित LI से खतरा है, लेकिन इसी तरह के उच्च जैव विविधता मान लेकिन कम सार्वजनिक मान्यता वाले कई लो-प्रोफाइल पारिस्थितिक तंत्र को भी है। उदाहरण के लिए, मेकांग बेसिन के भीतर कई क्षेत्रों में असाधारण जैव विविधता और प्रस्तावित LI का उच्च घनत्व है।

सिफारिशें

प्रस्तावित LI विकास से जैव विविधता के लिए खतरों के स्थानिक विश्लेषण में सुधार के लिए हम निम्नलिखित अनुशंसाएं प्रदान करते हैं। इन अनुशंसाओं को लागू करने से LI योजनाओं और परियोजनाओं में जानकारी प्रदान करने और जैव विविधता की रक्षा करने के लिए सटीकता, व्यापकता और अंततः स्थानिक विश्लेषण की प्रभावशीलता में वृद्धि होगी।

1. *वित्तीय संस्थानों, क्षेत्रीय अवसंरचनाओं की भागीदारियों और सरकारों को प्रस्तावित LI परियोजनाओं के भू-स्थानिक डेटाबेस बनाने और बनाए रखने के लिए संसाधनों को समर्पित करना चाहिए।* इन स्थानिक डेटा को वर्तमान में कुशलता से एक्सेस करना और प्राप्त करना मुश्किल है, जो योजना चरण के दौरान स्थानिक विश्लेषण करने की क्षमता को सीमित करता है, जो सुनिश्चित कर सकता है कि प्रभावी जैव विविधता सुरक्षा उपायों को LI डिजाइन में शामिल किया जाए। डेटाबेस में भू-स्थानिक डेटा प्रारूप में मार्ग स्थान और LI विशेषताओं (जैसे, सड़क की चौड़ाई और सतह के प्रकार, रेलवे गेज, और बिजली लाइन वोल्टेज) के बारे में अधिक से अधिक जानकारी शामिल होनी चाहिए। जैसे-जैसे परियोजनाओं और योजनाओं में बदलाव हो, डेटाबेस को भी नियमित रूप से अपडेट किया जाना चाहिए और जनता के लिए आसानी से सुलभ होना चाहिए, और इसमें विस्तृत मेटाडेटा शामिल होना चाहिए।
2. *सुरक्षा उपायों के डिजाइन में जानकारी प्रदान करने के लिए जितनी जल्दी हो सके स्थानिक विश्लेषण किया जाना चाहिए* हालांकि हम अनुकरणीय अध्ययनों के उदाहरण मिले हैं जो स्थानिक विश्लेषणों का उपयोग करके प्रस्तावित LI परियोजनाओं के प्रभावों की भविष्यवाणी करते हैं, LI प्रभावों के लगभग सभी अध्ययनों का संचालन जैव विविधता को पहले से ही हुई क्षति का दस्तावेजीकरण करने के बजाय पूर्वव्यापी रूप से किया गया है। LI परियोजनाओं की योजना और डिजाइन में प्रारंभिक रूप से किए गए भविष्यदर्शी अध्ययन ऐसी जानकारी प्रदान करते हैं जो जैव विविधता को संभावित रूप से नुकसान पहुंचाने वाली परियोजनाओं के लिए परिहार, न्यूनीकरण (जैसे, फिर से मार्ग तय करना), या शमन या मुआवजे के उपायों का संचालन करने में मदद करते हैं।
3. *कौशल विकास को सुनिश्चित करने में LI की क्षमता की पहचान करने और स्थानिक विश्लेषण करने के लिए LI योजनाकारों, वित्तपोषकों और विकासकर्ताओं को अकादमिक, NGOs और वन्यजीव एजेंसियों के जैविक विशेषज्ञों के साथ साझेदारी करनी चाहिए।* अक्सर देखा जाता है कि LI के डिजाइन और निर्माण में विशेषज्ञता रखने वालों और जैव विविधता पर प्रभाव का आकलन करने में विशेषज्ञता वाले लोगों के बीच संपर्क नहीं होता है, जो प्रभावी सुरक्षा उपायों को लागू करने की क्षमता को सीमित करता है। LI विकास योजनाओं की शुरुआत से इन दो समूहों के बीच सहयोग से जैव विविधता के लिए बेहतर परिणाम प्राप्त होंगे और संभावित रूप से समय और धन की बचत हो सकती है।
4. *स्थानिक विश्लेषण में बिजली लाइनों पर अधिक ध्यान दिया जाना चाहिए।* बिजली लाइनें और अधिक विचार करने योग्य हैं क्योंकि एशिया में विशेष रूप से उच्च जैव विविधता के क्षेत्रों में प्रस्तावित LI विकास में इसका एक महत्वपूर्ण अनुपात है। अन्य LI साधन भी, जो इस रिपोर्ट में शामिल नहीं हैं, जैसे कि नहरें, बाड़ और पाइपलाइन, जैव विविधता पर बड़े प्रभाव डाल सकते हैं और स्थानिक विश्लेषण में विचार किया जाना चाहिए।
5. *स्थानिक विश्लेषण के भौगोलिक और टैक्सोनॉमिक दायरे का विस्तार किया जाना चाहिए।* एशिया में संभावित LI प्रभावों और उन प्रभावों का आकलन करने के सर्वोत्तम तरीकों के बारे में हमारी समझ को व्यापक बनाने के लिए दक्षिण पूर्व एशिया और बड़े स्तनधारियों के अलावा अन्य क्षेत्रों और टैक्सा पर ध्यान केंद्रित करने वाले स्थानिक विश्लेषण की आवश्यकता है।

6. *LI परियोजनाओं के सभी स्रोतों को जैव विविधता पर प्रभावों का आकलन करने वाले बड़े पैमाने के स्थानिक विश्लेषणों में जोड़ा जाना चाहिए। इसमें अन्य अंतरराष्ट्रीय आर्थिक विकास पहलों (जैसे, SASEC, CAREC, ASEAN) द्वारा वित्तपोषित परियोजनाएं और राष्ट्रीय या उपराष्ट्रीय स्तर पर वित्तपोषित परियोजनाएं शामिल हैं, जो BRI की तरह एशियाई जैव विविधता पर बड़ा प्रभाव डाल सकती हैं।*

साहित्य उद्धृत

- ADB. (2017). *Unlocking the Potential of Railways: A Railway Strategy for CAREC, 2017-2030*. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/documents/railway-strategy-carec-2017-2030>
- ADB. (2018a). *ADB-Supported Road Development to Help Spur Growth in Mongolia* [News Release]. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/news/adb-supported-road-development-help-spur-growth-mongolia>
- ADB. (2018b). *Country Operations Business Plan: Nepal 2019-2021*. Asian Development Bank.
- ADB. (2018c). *GMS Transport Sector Strategy 2030: Toward a Seamless, Efficient, Reliable, and Sustainable GMS Transport System*. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/documents/gms-transport-sector-strategy-2030>
- ADB. (2020a). *CAREC Transport Strategy 2030*. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/documents/carec-transport-strategy-2030>
- ADB. (2020b). *South Asia Subregional Economic Cooperation Operational Plan 2016-2025 Update*. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/documents/sasec-operational-plan-2016-2025>
- Alamgir, M., Campbell, M. J., Sloan, S., Suhardiman, A., Supriatna, J., & Laurance, W. F. (2019). High-risk infrastructure projects pose imminent threats to forests in Indonesian Borneo. *Scientific Reports*, 9(1), 140. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36594-8>
- Altyn Dala Conservation Initiative. (2021). *The Saiga Aerial Census in Kazakhstan: 2021 Results*. Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan. <http://www.acbk.kz/article/default/view?id=548>
- Ament, R., Bell, M., & Wittie, M. (2021). *Federal lands wildlife-vehicle collision data coordination project, Phase 3*. [Final Report]. National Center for Rural Road Safety. <http://ruralsafetycenter.org/>
- Aryal, A., Brunton, D., Pandit, R., Shrestha, T. K., Lord, J., Koirala, R. K., Thapa, Y. B., Adhikari, B., Ji, W., & Raubenheimer, D. (2012). Biological Diversity and Management Regimes of the Northern Barandabhar Forest Corridor: An Essential Habitat for Ecological Connectivity in Nepal. *Tropical Conservation Science*, 5(1), 38–49. <https://doi.org/10.1177/194008291200500105>
- ASEAN. (2019). *Enhancing ASEAN Connectivity: Initial Pipeline of ASEAN Infrastructure Projects*. World Bank Group, Australia Aid, and Association of Southeast Asian Nations. https://asean.org/?static_post=enhancing-asean-connectivity-initial-pipeline-asean-infrastructure-project
- Barrientos, R., Ponce, C., Palacín, C., Martín, C. A., Martín, B., & Alonso, J. C. (2012). Wire Marking Results in a Small but Significant Reduction in Avian Mortality at Power Lines: A BACI Designed Study. *PLOS ONE*, 7(3), e32569. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032569>
- Batsaikhan, N., Buuveibaatar, B., Chimed, B., Enkhtuya, O., Galbrakh, D., Ganbaatar, O., Lkhagvasuren, B., Nandintsetseg, D., Berger, J., Calabrese, J. M., Edwards, A. E., Fagan, W. F., Fuller, T. K., Heiner, M., Ito, T. Y., Kaczensky, P., Leimgruber, P., Lushchekina, A., Milner-Gulland, E. J., ... Whitten, T. (2014). Conserving the World's Finest Grassland Amidst Ambitious National Development. *Conservation Biology*, 28(6), 1736–1739. <https://doi.org/10.1111/cobi.12297>
- Bayandonoi, G., Lkhagvajav, P., Alexander, J. S., Durbach, I., Borchers, D., Munkhtsog, B., Munkhtogtokh, O., Chimeddorj, B., Sergelen, E., & Koustubh, S. (2021). *Nationwide Snow Leopard Population Assessment of Mongolia: Key Findings* [Summary Report]. World Wide Fund for Nature.
- Bekenov, A. B., Grachev, I. A., & Milner-Gulland, E. J. (1998). The ecology and management of the Saiga antelope in Kazakhstan. *Mammal Review*, 28(1), 1–52. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.1998.281024.x>
- Belote, R. T., Faurby, S., Brennan, A., Carter, N. H., Dietz, M. S., Hahn, B., McShea, W. J., & Gage, J. (2020). Mammal species composition reveals new insights into Earth's remaining wilderness. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(7), 376–383. <https://doi.org/10.1002/fee.2192>

- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, 143(6), 1307–1316. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.009>
- Beyer, H. L., Venter, O., Grantham, H. S., & Watson, J. E. M. (2020). Substantial losses in ecoregion intactness highlight urgency of globally coordinated action. *Conservation Letters*, 13(2), e12692. <https://doi.org/10.1111/conl.12692>
- Biasotto, L. D., & Kindel, A. (2018). Power lines and impacts on biodiversity: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*, 71, 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.04.010>
- Biswas, S., Bhatt, S., Sarkar, D., Talukdar, G., Pandav, B., & Mondol, S. (2020). Assessing tiger corridor functionality with landscape genetics and modelling across Terai-Arc Landscape, India [BioRxiv preprint]. <https://doi.org/10.1101/2020.10.24.353789>
- BLI. (2020). *Digital boundaries of Important Bird and Biodiversity Areas from the World Database of Key Biodiversity Areas. March 2020 version.* BirdLife International. <http://datazone.birdlife.org/site/requestgis>
- BLI. (2021). *Country profile: Thailand.* <http://datazone.birdlife.org/country/thailand>
- BLI. (2021a). *Important Bird Area factsheet: Khao Yai.* BirdLife International. <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/khao-yai-iba-thailand>
- BLI. (2021b). *Important Bird Areas factsheet: Kaeng Krachan.* BirdLife International. <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kaeng-krachan-iba-thailand>
- BLI. (2021c). *Important Bird Areas factsheet: Khao Banthad.* BirdLife International. <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/khao-banthad-iba-thailand>
- BLI. (2021d). *Important Bird Areas factsheet: Lower Central Basin.* BirdLife International. <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/lower-central-basin-iba-thailand>
- Brauneder, K. M., Montes, C., Blyth, S., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Hoffmann, M., Burgess, N. D., Cuttelod, A., Jones, M. I., Kapos, V., Pilgrim, J., Tolley, M. J., Underwood, E. C., Weatherdon, L. V., & Brooks, S. E. (2018). Global screening for Critical Habitat in the terrestrial realm. *PLOS ONE*, 13(3), e0193102–e0193102. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193102>
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Da Fonseca, G. A. B., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Mittermeier, C. G., Pilgrim, J. D., & Rodrigues, A. S. L. (2006). Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313(5783), 58–61. <https://doi.org/10.1126/science.1127609>
- Buuveibaatar, B., Strindberg, S., Kaczensky, P., Payne, J., Chimeddorj, B., Naranbaatar, G., Amarsaikhan, S., Dashnyam, B., Munkhzul, T., Purevsuren, T., Hosack, D. A., & Fuller, T. K. (2017). Mongolian Gobi supports the world's largest populations of khulan *Equus hemionus* and goitered gazelles *Gazella subgutturosa*. *Oryx*, 51(4), 639–647. <https://doi.org/10.1017/S0030605316000417>
- Carter, N., Killion, A., Easter, T., Brandt, J., & Ford, A. (2020). Road development in Asia: Assessing the range-wide risks to tigers. *Science Advances*, 6(18), eaaz9619. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz9619>
- CASA-1000. (2018). *Map of the CASA-1000 Project.* CASA-1000. <http://www.casa-1000.org/>
- Chakravarty, M. (2021, February 1). India's budget targets infrastructure to boost economy. *Argus Media*. <https://www.argusmedia.com/en/news/2182527-indias-budget-targets-infrastructure-to-boost-economy>
- Chanchani, P., Lamichhane, B. R., Malla, S., Maurya, K., Bista, A., Warriar, R., Nair, S., Almeida, M., Ravi, R., Sharma, R., Dhakal, M., Yadav, S. P., Thapa, M., Jnawali, S., Pradhan, N., Subedi, N., Thapa, G., Yadav, H., Jhala, Y., ... Borah, J. (2014). *Tigers of the Transboundary Terai Arc Landscape: Status, distribution and movement in the Terai of India and Nepal.* National Tiger Conservation Authority, Government of India, and Department of National Park and Wildlife Conservation, Government of Nepal.
- Chevallier, C., Hernández-Matías, A., Real, J., Vincent-Martin, N., Ravayrol, A., & Besnard, A. (2015). Retrofitting of power lines effectively reduces mortality by electrocution in large birds: An

- example with the endangered Bonelli's eagle. *Journal of Applied Ecology*, 52(6), 1465–1473. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12476>
- Clevenger, A., de la Cueva, P., Sharma, B., Grilo, C., Webb, T., Lama, H., Sharma, D., & Shrestha, H. (2020). *Smart infrastructure planning and design to protect natural habitats and biodiversity: Interim Report*. Prepared by ESSA Technologies Ltd. for the Asian Development Bank (ADB).
- Clevenger, A. P., & Huijser, M. P. (2011). *Wildlife Crossing Structure Handbook: Design and Evaluation in North America* (Final Report FHWA-CFL/TD-11-003). Federal Highway Administration: Planning, Environment, and Realty.
- Convention on Biological Diversity. (2021). *Country Profiles: Thailand*. <https://www.cbd.int/countries/profile/?country=th>
- Danyo, S., Dasgupta, S., & Wheeler, D. (2018). *Potential forest lost and biodiversity risks from road improvement in Lao PDR* (Research Working Paper No. 8569). World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30321>
- Das, A., Ahmed, M. F., Lahkar, B., & Sarma, P. (2007). A preliminary report on reptilian mortality on road due to vehicular movements near Kaziranga National Park, Assam, India. *CASE REPORT ZOOS' PRINT JOURNAL*, 22, 2742–2744. <https://doi.org/10.11609/joTT.ZPJ.1541.2742-4>
- Diener, A. C., & Batjav, B. (2019). Axial Development in Mongolia: Intended and unintended effects of new roads. *Mobilities*, 14(6), 778–794. <https://doi.org/10.1080/17450101.2019.1643163>
- Dinerstein, E., Vynne, C., Sala, E., Joshi, A. R., Fernando, S., Lovejoy, T. E., Mayorga, J., Olson, D., Asner, G. P., Baillie, J. E. M., Burgess, N. D., Burkart, K., Noss, R. F., Zhang, Y. P., Baccini, A., Birch, T., Hahn, N., Joppa, L. N., & Wikramanayake, E. (2019). A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances*, 5(4), eaaw2869. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw2869>
- Dixon, A., Bold, B., Tsolmonjav, P., Galtbalt, B., & Batbayar, N. (2018). Efficacy of a mitigation method to reduce raptor electrocution at an electricity distribution line in Mongolia. *Conservation Evidence*, 15, 50–53.
- Dixon, A., Rahman, M. L., Galtbalt, B., Bold, B., Davaasuren, B., Batbayar, N., & Sugarsaikhan, B. (2019). Mitigation techniques to reduce avian electrocution rates. *Wildlife Society Bulletin*, 43(3), 476–483. <https://doi.org/10.1002/wsb.990>
- DNPWC. (2016). *Tiger Conservation Action Plan for Nepal (2016-2020)*. Department of National Parks and Wildlife Conservation.
- DNPWC, & DoFSC. (2018). *Status of Tigers and Prey in Nepal*. Ministry of Forests and Environment.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J. R. G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P. J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P. E., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A. K., Zurell, D., & Lautenbach, S. (2013). Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>
- Energy Policy and Planning Office. (2019). *Thailand Power Development Plan 2018-2037*. Thailand Ministry of Energy.
- Farooq, H., Azevedo, J., Belluardo, F., Nanvonamuquitxo, C., Bennett, D., Moat, J., Soares, A., Faurby, S., & Antonelli, A. (2020). WEGE: A new metric for ranking locations for biodiversity conservation. *Diversity and Distributions*, 26(11), 1456–1466. <https://doi.org/10.1111/ddi.13148>
- Ferrer, M., & Janns, G. (1999). *Birds and power lines*. Quercus.
- Foggin, J. M., Lechner, A. M., Emslie-Smith, M., Hughes, A. C., Sternberg, T., & Dossani, R. (2021). Belt and Road Initiative in Central Asia: Anticipating socioecological challenges from large-scale infrastructure in a global biodiversity hotspot. *Conservation Letters*, n/a(n/a), e12819. <https://doi.org/10.1111/conl.12819>
- Gagnon, J. W., Schweinsburg, R. E., & Dodd, N. L. (2007). *Effects of Roadway Traffic on Wild Ungulates: A Review of the Literature and Case Study of Elk in Arizona*. <https://escholarship.org/uc/item/9ms8f1k6>

- GMS. (2018). *GMS Regional Power Trade—Illustration*. Greater Mekong Subregion. <https://www.greatermekong.org/gms-regional-power-trade-illustration>
- GMS. (2020). *GMS Railways—Status*. Greater Mekong Subregion. <https://www.greatermekong.org/gms-railways-status>
- Government of Mongolia. (2016). *Mongolia Sustainable Development Vision 2030*. Secretariat of the State Great Hural.
- Hillebrand, H. (2004). On the generality of the latitudinal diversity gradient. *American Naturalist*, 163(2), 192–211. <https://doi.org/10.1086/381004>
- Horne, J. S., Garton, E. O., Krone, S. M., & Lewis, J. S. (2007). Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/06-0957.1/full>
- Hughes, A. C. (2019). Understanding and minimizing environmental impacts of the Belt and Road Initiative. *Conservation Biology*, 33(4), 883–894. <https://doi.org/10.1111/cobi.13317>
- Hughes, A. C., Lechner, A. M., Chitov, A., Horstmann, A., Hinsley, A., Tritto, A., Chariton, A., Li, B. V., Ganapin, D., Simonov, E., Morton, K., Toktomushev, K., Foggin, M., Tan-Mullins, M., Orr, M. C., Griffiths, R., Nash, R., Perkin, S., Glémet, R., ... Yu, D. W. (2020). Horizon scan of the Belt and Road Initiative. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(7), 583–593. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.02.005>
- Huijser, M., Clevenger, A., McGowen, P., Ament, R., & Begley, J. (2013). *Oyu Tolgoi Roads and Wildlife Mitigation Report*. Western Transportation Institute.
- IBEF. (2021a). *Indian Railways Industry Analysis*. India Brand Equity Foundation Website. <https://www.ibef.org/industry/railways-presentation>
- IBEF. (2021b). *Power Sector in India*. India Brand Equity Foundation Website. <https://www.ibef.org/industry/power-sector-india.aspx>
- IEA. (2019). *Establishing multilateral power trade in ASEAN* (p. 131). International Energy Agency. https://asean.org/storage/2020/02/Establishing_Multilateral_Power_Trade_in_ASEAN.pdf
- IRENA. (2017). *Renewable Energy Outlook: Thailand*. International Renewable Energy Agency.
- Ito, T. Y., Lhagvasuren, B., Tsunekawa, A., Shinoda, M., Takatsuki, S., Buuveibaatar, B., & Chimeddorj, B. (2013). Fragmentation of the Habitat of Wild Ungulates by Anthropogenic Barriers in Mongolia. *PLOS ONE*, 8(2), e56995. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056995>
- IUCN. (2016). *A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, version 1.0*. IUCN.
- IUCN. (2018). *Saiga tatarica*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*. IUCN SSC Antelope Specialist Group. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T19832A50194357.en>
- IUCN and UNEP. (2017). *Dong Phrayayen-khao Yai Forest Complex*. World Heritage Datasheets. <http://world-heritage-datasheets.unep-wcmc.org/datasheet/output/site/dong-phayayen-khao-yai-forest-complex/>
- Jackson, R., & Wangchuk, R. (2001). Linking Snow Leopard Conservation and People-Wildlife Conflict Resolution: Grassroots Measures to Protect the Endangered Snow Leopard from Herder Retribution. *Endangered Species Update*, 18(4), 138–141.
- Jacobson, S. L., Bliss-Ketchum, L. L., Rivera, C. E. de, & Smith, W. P. (2016). A behavior-based framework for assessing barrier effects to wildlife from vehicle traffic volume. *Ecosphere*, 7(4), e01345. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1345>
- Jenkins, A. R., Smallie, J. J., & Diamond, M. (2010). Avian collisions with power lines: A global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International*, 20(3), 263–278. <https://doi.org/10.1017/S0959270910000122>
- Jenkins, C. N., & Pimm, S. L. (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(28), E2602–E2610.
- Joly, K., Gurarie, E., Sorum, M. S., Kaczensky, P., Cameron, M. D., Jakes, A. F., Borg, B. L., Nandintsetseg, D., Hopcraft, J. G. C., Buuveibaatar, B., Jones, P. F., Mueller, T., Walzer, C., Olson, K. A., Payne, J. C., Yadamsuren, A., & Hebblewhite, M. (2019). Longest terrestrial migrations and movements around the world. *Scientific Reports*, 9(1), 15333. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51884-5>

- Kaczensky, P., Kuehn, R., Lhagvasuren, B., Pietsch, S., Yang, W., & Walzer, C. (2011). Connectivity of the Asiatic wild ass population in the Mongolian Gobi. *Biological Conservation*, 144(2), 920–929. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.013>
- Kaczensky, P., Sheehy, D., Johnson, D. E., Walzer, C., Davaa, L., & Sheehy, C. (2006). Room to roam? The threat to khulan (Wild Ass) from human intrusion. *Mongolia Discussion Papers, East Asia and Pacific Environment and Social Development Department*, 1–69.
- 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).
- Kaszta, Ž., Cushman, S. A., Hearn, A. J., Burnham, D., Macdonald, E. A., Goossens, B., Nathan, S. K. S. S., & Macdonald, D. W. (2019). Integrating Sunda clouded leopard (*Neofelis diardi*) conservation into development and restoration planning in Sabah (Borneo). *Biological Conservation*, 235, 63–76. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.04.001>
- Kaszta, Ž., Cushman, S. A., Htun, S., Naing, H., Burnham, D., & Macdonald, D. W. (2020). Simulating the impact of Belt and Road initiative and other major developments in Myanmar on an ambassador felid, the clouded leopard, *Neofelis nebulosa*. *Landscape Ecology*, 35(3), 727–746. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-00976-z>
- Kennedy, C. M., Oakleaf, J. R., Theobald, D. M., Baruch-Mordo, S., & Kiesecker, J. (2019). Managing the middle: A shift in conservation priorities based on the global human modification gradient. *Global Change Biology*, 25(3), 811–826. <https://doi.org/10.1111/gcb.14549>
- Kimbrough, L. (2020). Animal crossing: A wild ass makes history. *Mongabay Environmental News*. <https://news.mongabay.com/2020/06/animal-crossing-a-wild-ass-makes-history/>
- Kranstauber, B., Kays, R., LaPoint, S. D., Wikelski, M., & Safi, K. (2012). A dynamic Brownian bridge movement model to estimate utilization distributions for heterogeneous animal movement. *Journal of Animal Ecology*, 81(4), 738–746. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.01955.x>
- Kukkala, A. S., & Moilanen, A. (2013). Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservation planning. *Biological Reviews*, 88(2), 443–464. <https://doi.org/10.1111/brv.12008>
- Lalthanpuia, Dey, S., Sharma, T., Sarma, P., Deka, J., Bora, P., & Borah, J. (2014). Camera-trap record of felid species from Kanchanjuri wildlife corridor, Assam, India. *CatNews*, 60, 28–30.
- Lechner, A. M., Chan, F. K. S., & Campos-Arceiz, A. (2018). Biodiversity conservation should be a core value of China's Belt and Road Initiative. *Nature Ecology & Evolution*, 2(3), 408–409. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0452-8>
- Leonard, J. (2017). *Analyzing Wildlife Telemetry Data in R*. https://www.ckwri.tamuk.edu/sites/default/files/publication/pdfs/2017/leonard_analyzing_wildlife_telemetry_data_in_r.pdf
- Linnell, J. D. C., Trouwborst, A., Boitani, L., Kaczensky, P., Huber, D., Reljic, S., Kusak, J., Majic, A., Skrbinsek, T., Potocnik, H., Hayward, M. W., Milner-Gulland, E. J., Buuveibaatar, B., Olson, K. A., Badamjav, L., Bischof, R., Zuther, S., & Breitenmoser, U. (2016). Border Security Fencing and Wildlife: The End of the Transboundary Paradigm in Eurasia? *PLOS Biology*, 14(6), e1002483. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002483>
- Locke, H. (2014). Nature needs half: A necessary and hopeful new agenda for protected areas. *Nature New South Wales*, 58(3), 7–17.
- 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>
- Mano, S., Ovgor, B., Samadov, Z., Pudlik, M., Julch, V., Sokolov, D., & Yoon, J. (2014). *Gobitec and the Asian Super Grid for Renewable Energies in Northeast Asia* (p. 114). Energy Charter Secretariat,

- Energy Economics Institute of the Republic of Korea, Energy Systems Institute of the Russian Federation, Ministry of Energy of Mongolia, and Japan Renewable Energy Foundation.
- McInturff, A., Xu, W., Wilkinson, C. E., Dejid, N., & Brashares, J. S. (2020). Fence Ecology: Frameworks for Understanding the Ecological Effects of Fences. *BioScience*, 70(11), 971–985. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa103>
- Menon, V., Tiwari, S. K., Ramkumar, K., Kyarong, S., Ganguly, U., & Sukumar, R. (2017). *Right of Passage: Elephant Corridors of India [2nd Edition]* (Conservation Reference Series No. 3). Wildlife Trust of India.
- Milner-Gulland, E. J., Kholodova, M. V., Bekenov, A., Bukreeva, O. M., Grachev, I. A., Amgalan, L., & Lushchekina, A. A. (2001). Dramatic declines in saiga antelope populations. *Oryx*, 35(4).
- Morgan, P., Plummer, M., & Wignaraja, G. (2015). *Regional Transport Infrastructure: Mapping Projects to Bridge South Asia and Southeast Asia* (ADB Brief No. 43; p. 11). Asian Development Bank and Asian Development Bank Institute. <http://www.adb.org/sites/default/files/publication/159083/adbi-connecting-south-asia-southeast-asia.pdf>
- Myers, N., Mittermeyer, R. A., Mittermeyer, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- NEFEJ. (2020). *Impacts of Infrastructures on Environment and Biodiversity in Terai, Nepal*. Nepal Forum for Environmental Journalists.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Arnell, A. P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S., Hill, S. L. L., Hoskins, A. J., Lysenko, I., Phillips, H. R. P., Burton, V. J., Chng, C. W. T., Emerson, S., Gao, D., Hale, G. P., Hutton, J., Jung, M., Sanchez-Ortiz, K., Simmons, B. I., ... Purvis, A. (2016). Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, 353(6296), 291–288. <https://doi.org/10.1126/science.aaf2201>
- Ng, L. S., Campos-Arceiz, A., Sloan, S., Hughes, A. C., Tiang, D. C. F., Li, B. V., & Lechner, A. M. (2020). The scale of biodiversity impacts of the Belt and Road Initiative in Southeast Asia. *Biological Conservation*, 248, 108691. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108691>
- Olson, D. M., & Dinerstein, E. (2002). The global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89(2), 199–224. <https://doi.org/10.2307/3298564>
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience*, 51(11), 933–938. <https://doi.org/10.1641/0006-3568>
- Parashar, U. (2019, September 8). Longest flyover to protect wildlife at Kaziranga planned. *Hindustan Times*. <https://www.hindustantimes.com/india-news/longest-flyover-to-protect-wildlife-at-kaziranga-planned/story-QgE7k99jT1zP7LAfjRIexM.html>
- Pariwakam, M., Joshi, A., Navgire, S., & Vaidyanathan, S. (2018). *A Policy Framework for Connectivity Conservation and Smart Green Linear Infrastructure Development in the Central Indian and Eastern Ghats Tiger Landscape*. Wildlife Conservation Trust.
- Popp, J. N., & Boyle, S. P. (2017). Railway ecology: Underrepresented in science? *Basic and Applied Ecology*, 19, 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.11.006>
- Potapov, P., Hansen, M. C., Laestadius, L., Turubanova, S., Yaroshenko, A., Thies, C., Smith, W., Zhuravleva, I., Komarova, A., Minnemeyer, S., & Esipova, E. (2017). The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. *Science Advances*, 3(1), e1600821–e1600821. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600821>
- Poudel, S., Devkota, B. P., Lamichhane, B. R., Bhattarai, S., Dahal, P., & Lamichhane, A. (2020). Usage of Man-Made Underpass by Wildlife: A Case Study of Narayanghat-Muglin Road Section. *Forestry: Journal of Institute of Forestry, Nepal*, 17, 184–195. <https://doi.org/10.3126/forestry.v17i0.33635>

- Pouzols, F. M., Toivonen, T., Di Minin, E., Kukkala, A. S., Kullberg, P., Kuusterä, J., Lehtomäki, J., Tenkanen, H., Verburg, P. H., & Moilanen, A. (2014). Global protected area expansion is compromised by projected land-use and parochialism. *Nature*, 516(7531), 383–386. <https://doi.org/10.1038/nature14032>
- Reed, T., & Trubetskoy, A. (2019). *Assessing the Value of Market Access from Belt and Road Projects* (Policy Research Working Paper No. 8815; p. 81). World Bank Group. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/333001554988427234/pdf/Assessing-the-Value-of-Market-Access-from-Belt-and-Road-Projects.pdf>
- Sanchez-Ortiz, K., Gonzalez, R. E., De Palma, A., Newbold, T., Hill, S. L. L., Tylanakis, J. M., Borger, L., Lysenko, I., & Purvis, A. (2019). Land-use and related pressures have reduced biotic integrity more on islands than on mainlands. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/576546>
- Sharma, R., Rimal, B., Stork, N., Baral, H., & Dhakal, M. (2018). Spatial Assessment of the Potential Impact of Infrastructure Development on Biodiversity Conservation in Lowland Nepal. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(9), 365. <https://doi.org/10.3390/ijgi7090365>
- Silva, J. P., Palmeirim, J. M., Alcazar, R., Correia, R., Delgado, A., & Moreira, F. (2014). A spatially explicit approach to assess the collision risk between birds and overhead power lines: A case study with the little bustard. *Biological Conservation*, 170, 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.026>
- Sloan, S., Alamgir, M., Campbell, M. J., Setyawati, T., & Laurance, W. F. (2019). Development Corridors and Remnant-Forest Conservation in Sumatra, Indonesia. *Tropical Conservation Science*, 12, 1940082919889509. <https://doi.org/10.1177/1940082919889509>
- Sloan, S., Campbell, M. J., Alamgir, M., Lechner, A. M., Engert, J., & Laurance, W. F. (2019). Trans-national conservation and infrastructure development in the Heart of Borneo. *PLOS ONE*, 14(9), e0221947. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221947>
- Snow Leopard Network. (2014). *Snow Leopard Survival Strategy, Revised 2014 Version*. Snow Leopard Network.
- Stimson Center. (2021). *Mekong Infrastructure Tracker*. Stimson Center. <https://www.stimson.org/project/mekong-infrastructure/>
- Thapa, K., Wikramanayake, E., Malla, S., Acharya, K. P., Lamichhane, B. R., Subedi, N., Pokharel, C. P., Thapa, G. J., Dhakal, M., Bista, A., Borah, J., Gupta, M., Maurya, K. K., Gurung, G. S., Jnawali, S. R., Pradhan, N. M. B., Bhata, S. R., Koirala, S., Ghose, D., & Vattakaven, J. (2017). Tigers in the Terai: Strong evidence for meta-population dynamics contributing to tiger recovery and conservation in the Terai Arc Landscape. *PLOS ONE*, 12(6), e0177548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177548>
- Thatte, P., Joshi, A., Vaidyanathan, S., Landguth, E., & Ramakrishnan, U. (2018). Maintaining tiger connectivity and minimizing extinction into the next century: Insights from landscape genetics and spatially-explicit simulations. *Biological Conservation*, 218, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.022>
- UNEP/CMS. (2019). *Central Asian Mammals Migration and Linear Infrastructure Atlas* (CMS Technical Series No. 41). Convention on Migratory Species.
- UNEP-WCMC, & IUCN. (2021). *Protected Planet: The World Database on Protected Areas*. UNEP-WCMC and IUCN. www.protectedplanet.net
- UNESCAP. (2019a). *Asian Highway Route Map* [Map]. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. <https://www.unescap.org/resources/asian-highway-route-map>
- UNESCAP. (2019b). *Trans-Asian Railway Network Map* [Map]. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. <https://www.unescap.org/resources/trans-asian-railway-network-map>
- Wang, O. (2021, February 26). China sets 15-year transport expansion plan as it seeks to double size of economy by 2035. *South China Morning Post*. <https://www.scmp.com/economy/china-economy/article/3123151/china-sets-15-year-transport-expansion-plan-it-seeks-double>

- Wilson, E. (2016). *Half-earth: Our planet's fight for life*. Norton & Company.
<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=gftlCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=half+earth&ots=VdLt8vyn5O&sig=dPm0PoswfT9OQpKZNBQs3Sgt5lg>
- Wingard, J., & Zahler, P. (2006). *Silent Steppe: The Illegal Wildlife Trade Crisis in Mongolia* (Mongolia Discussion Papers, East Asia and Pacific Environment and Social Development Department). World Bank.
- Wingard, J., Zahler, P., Victurine, R., Bayasgalan, O., & Buuveibaatar, B. (2014a). *Guidelines for Addressing the Impact of Linear Infrastructure on Large Migratory Mammals in Central Asia*. UNEP/CMS Secretariat, Wildlife Conservation Society.
- Wingard, J., Zahler, P., Victurine, R., Bayasgalan, O., & Buuveibaatar, B. (2014b). *Guidelines for Addressing the Impact of Linear Infrastructure on Migratory Large Mammals in Central Asia* [Technical Report]. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals.
- Wolf, M., & Ale, S. (2009). Signs at the top: Habitat features influencing snow leopard *Uncia uncia* activity in Sagarmatha National Park, Nepal. *Journal of Mammalogy*, 90(3), 604–611.
- WWF. (2015). *Snow leopard Species Action Plan 2015-2020*. World Wide Fund for Nature.
- WWF. (2018). *Infrastructure assessment in snow leopard habitat of Nepal*. WWF Nepal.
https://www.panda.org/discover/knowledge_hub/?340154/Infrastructure-Assessment-in-Snow-Leopard-Habitat-of-Nepal
- WWF. (2019). *Use and Effectiveness of Wildlife Crossings in Nepal: Results for the Wildlife Underpasses Built along Narayanghat-Mugling Road in Barandabhar Corridor Forest*. WWF Nepal.
- Zeller, K. A., Wattles, D. W., & Destefano, S. (2020). Evaluating methods for identifying large mammal road crossing locations: Black bears as a case study. *Landscape Ecology*, 35(8), 1799–1808.
<https://doi.org/10.1007/s10980-020-01057-x>