



รายงานผลการประเมิน ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย



สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ฉ
บทสรุป	1
1. การเปลี่ยนแปลงของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมตามรอบการเผยแพร่ข้อมูลของ Yale & Columbia	4
2. การศึกษาดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย	12
2.1 ภาพรวมของนโยบายและแผนของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม และคำเป้าหมายของประเทศ	12
2.2 กรอบการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย	14
2.3 กรอบตัวแปร เกณฑ์การวัด และผลการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health)	15
2.3.1 ดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ (Air Quality)	15
(1) ตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM _{2.5} (PM _{2.5} Exposure)	15
(2) ตัวชี้วัดการรับสัมผัสก๊าซโอโซน (O ₃ Exposure)	18
(3) ตัวชี้วัดการรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน (Household solid fuels)	19
(4) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยคุณภาพอากาศกับนโยบายและแผนของประเทศ	20
2.3.2 ดัชนีย่อยสุขาภิบาลและน้ำดื่ม (Sanitation & Drinking Water)	20
(1) ตัวชี้วัดสุขาภิบาลไม่ปลอดภัย (Unsafe sanitation)	20
(2) ตัวชี้วัดน้ำดื่มไม่ปลอดภัย (Unsafe drinking water)	21
(3) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยสุขาภิบาลและน้ำดื่มกับนโยบายและแผนของประเทศ	22
2.3.3 ดัชนีย่อยโลหะหนัก (Heavy metal)	23
(1) ตัวชี้วัดการรับสัมผัสตะกั่ว (Lead exposure)	23
(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยโลหะหนักกับนโยบายและแผนของประเทศ	24
2.3.4 ดัชนีย่อยการจัดการของเสีย (Waste management)	24
(1) ตัวชี้วัดการจัดการขยะชุมชน (Controlled solid waste)	24
(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยการจัดการของเสียกับนโยบายและแผนของประเทศ	25
ประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality)	26
2.3.5 ดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย (Biodiversity & Habitat)	26
(1) ตัวชี้วัดการปกป้องชีวนิเวศบกกระดับชาติ (Terrestrial biome protection - national weight)	26
(2) ตัวชี้วัดการปกป้องชีวนิเวศบกระดับโลก (Terrestrial Biome Protection - global weight)	28
(3) ตัวชี้วัดพื้นที่คุ้มครองทางทะเล (Marine protected areas)	29
(4) ตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity Habitat Index)	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
(5) ตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ (Species Habitat Index)	33
(6) ตัวชี้วัดดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ (Species Protection Index)	34
(7) ตัวชี้วัดดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง (Protected Areas Representativeness Index)	36
(8) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย กับนโยบายและแผนของประเทศ	37
2.3.6 ดัชนีย่อยบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem services)	39
(1) ตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ป่า (Tree cover loss)	39
(2) ตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า (Grassland loss)	40
(3) ตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland loss)	41
(4) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยบริการของระบบนิเวศกับนโยบายและแผนของประเทศ	43
2.3.7 ดัชนีย่อยด้านประมง (Fisheries)	43
(1) ตัวชี้วัดสถานภาพปริมาณสัตว์น้ำคงเหลือ (Fish stock status)	43
(2) ตัวชี้วัดดัชนีลำดับขั้นการกินอาหารในทะเล (Regional marine trophic index)	45
(3) ตัวชี้วัดสัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลาก (Fish caught by trawling)	46
(4) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยประมงกับนโยบายและแผนของประเทศ	47
2.3.8 ดัชนีย่อยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)	47
(1) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂ growth rate)	48
(2) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (CH ₄ growth rate)	50
(3) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O growth rate)	52
(4) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต (F-gas growth rate)	53
(5) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยคาร์บอนดำ (Black carbon growth rate)	55
(6) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน (CO ₂ from Land Cover)	60
(7) ตัวชี้วัดสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร (GHG per Capita)	62
(8) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GHG Intensity Trend)	63
(9) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับนโยบายและแผน ของประเทศ	66
2.3.9 ดัชนีย่อยการปลดปล่อยมลพิษ (Pollution emissions)	68
(1) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	69
(2) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	70
(3) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยการปลดปล่อยมลพิษกับนโยบายและแผนของประเทศ	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.10 ดัชนีย่อยเกษตรกรรม (Agriculture)	74
(1) ตัวชี้วัดดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืน (Sustainable Nitrogen Management Index)	75
(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยเกษตรกรรมกับนโยบายและแผนของประเทศ	77
2.3.11 ดัชนีย่อยทรัพยากรน้ำ (Water resources)	77
(1) ตัวชี้วัดการบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment)	78
(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยทรัพยากรน้ำกับนโยบายและแผนของประเทศ	78
3. ผลการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย	80
3.1 ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (EPI Yale & Columbia 2020)	80
3.2 ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย (EPI+)	80
เอกสารอ้างอิง	84

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 1	สรุปผลการจัดทำ EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ในภาพรวม รายประเด็น และรายตัวชี้วัด	2
ตารางที่ 2	ดัชนีย่อย ตัวชี้วัด และน้ำหนักคะแนนที่ถูกนำมาใช้ประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2549 - 2563 (ค.ศ. 2006 - 2020)	6
ตารางที่ 3	สรุปนโยบายและแผนของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับ EPI และค่าเป้าหมายของประเทศ	13
ตารางที่ 4	ผลการประเมินตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM _{2.5}	17
ตารางที่ 5	ผลการประเมินตัวชี้วัดการรับสัมผัส O ₃	18
ตารางที่ 6	ผลการประเมินตัวชี้วัดการรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน	19
ตารางที่ 7	ผลการประเมินตัวชี้วัดสุขภาพไม่ปลอดภัย	21
ตารางที่ 8	ผลการประเมินตัวชี้วัดน้ำดื่มไม่ปลอดภัย	22
ตารางที่ 9	ผลการประเมินตัวชี้วัดการรับสัมผัสตะกั่ว	23
ตารางที่ 10	ผลการประเมินตัวชี้วัดการจัดการขยะชุมชน	25
ตารางที่ 11	เป้าหมายรายปีของแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 - 2564)	26
ตารางที่ 12	ผลการประเมินตัวชี้วัดการปกป้องชีวิตนิเวศบกกระดับชาติ	27
ตารางที่ 13	ผลการประเมินตัวชี้วัดการปกป้องชีวิตนิเวศบกกระดับโลก	28
ตารางที่ 14	พื้นที่คุ้มครองทางทะเลของประเทศไทย	30
ตารางที่ 15	ผลการประเมินตัวชี้วัดพื้นที่คุ้มครองทางทะเล	31
ตารางที่ 16	ผลการประเมินตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ	33
ตารางที่ 17	ผลการประเมินตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์	34
ตารางที่ 18	ผลการประเมินดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์	35
ตารางที่ 19	ผลการประเมินดัชนีดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง	37
ตารางที่ 20	ตัวชี้วัดแผนแม่บทกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (2561 - 2580) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2	38
ตารางที่ 21	ผลการประเมินตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ป่า	40
ตารางที่ 22	ผลการประเมินตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า	41
ตารางที่ 23	ผลการประเมินตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ	43
ตารางที่ 24	เงื่อนไขการกำหนดค่าสถานะภาพของทรัพยากร	44
ตารางที่ 25	ผลการประเมินตัวชี้วัดสถานภาพปริมาณสัตว์น้ำคงเหลือ	45
ตารางที่ 26	ผลการประเมินดัชนีลำดับขั้นการกินอาหารในทะเล	46
ตารางที่ 27	ผลการประเมินตัวชี้วัดสัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลาก	46
ตารางที่ 28	ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	50
ตารางที่ 29	ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน	51
ตารางที่ 30	ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์	53
ตารางที่ 31	รายละเอียดข้อมูล F-gas ที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้ จากหน่วยงานของไทย และการเลือกใช้ที่เหมาะสม	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 32 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต	55
ตารางที่ 33 รายละเอียดข้อมูลคาร์บอนดำที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่มีมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้ จากหน่วยงานของไทย และการเลือกใช้ที่เหมาะสม	57
ตารางที่ 34 รายละเอียดการประเมินข้อมูลคาร์บอนดำที่ดำเนินการเพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำสำหรับการจัดทำ EPI+	58
ตารางที่ 35 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยคาร์บอนดำ	60
ตารางที่ 36 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน	62
ตารางที่ 37 ผลการประเมินตัวชี้วัดสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร	63
ตารางที่ 38 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ	65
ตารางที่ 39 นโยบาย/แผน และเป้าหมายของประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	66
ตารางที่ 40 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	70
ตารางที่ 41 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	72
ตารางที่ 42 นโยบาย/แผน และเป้าหมายของประเทศที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยมลพิษ	73
ตารางที่ 43 ผลการประเมินตัวชี้วัดดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืน	77
ตารางที่ 44 ผลการประเมินตัวชี้วัดการบำบัดน้ำเสีย	78
ตารางที่ 45 เปรียบเทียบผลการประเมิน EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ทั้งในภาพรวม รายประเด็น รายตัวชี้วัด และแหล่งที่มาของ EPI+	81

สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 1	คะแนนดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน	5
ภาพที่ 2	ความเชื่อมโยงของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ	14
ภาพที่ 3	ขอบเขตทางทะเล	31
ภาพที่ 4	ข้อมูลดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพจากเว็บไซต์ naturereserve.org	32
ภาพที่ 5	ข้อมูลดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL)	33
ภาพที่ 6	ข้อมูลดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL)	35
ภาพที่ 7	ข้อมูลดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครองจากเว็บไซต์ naturereserve.org	36
ภาพที่ 8	เป้าหมายตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ที่เกี่ยวข้องกับดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย	38
ภาพที่ 9	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามเวลา	49
ภาพที่ 10	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตามเวลา	51
ภาพที่ 11	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ตามเวลา	53
ภาพที่ 12	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต (F-gas) ตามเวลา	55
ภาพที่ 13	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการเผาขยะในเตาเผาของประเทศไทยด้วยข้อมูลประเมินจากแหล่งอ้างอิงที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้	57
ภาพที่ 14	ข้อมูลปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำตามเวลา	59
ภาพที่ 15	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดินตามเวลา	61
ภาพที่ 16	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	65
ภาพที่ 17	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามเวลา	70
ภาพที่ 18	ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนตามเวลา	71

บทสรุป

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) เป็นการประเมินและจัดลำดับค่าคะแนนของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ว่าแต่ละประเทศมีการดำเนินการต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับใด พัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มีค่าคะแนนตั้งแต่ 0 - 100 ซึ่งการจัดอันดับ (Ranking) จะพิจารณาจากระยะทางถึงเป้าหมายและค่าคะแนน โดยจัดอันดับแต่ละประเทศเทียบกับเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในแต่ละปี การที่ EPI มีค่าเข้าใกล้ 100 หมายถึง มีประสิทธิภาพการดำเนินงานที่ดี ซึ่งมีการเผยแพร่คะแนนดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของแต่ละประเทศในทุก ๆ 2 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) ทั้งนี้ ในแต่ละรอบของการเผยแพร่ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มีระเบียบวิธีวิจัยไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ การถ่วงน้ำหนัก และวิธีการประเมิน ตามสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจในช่วงเวลานั้น ๆ ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบสถานการณ์การพัฒนาของประเทศในแต่ละช่วงเวลาได้

กรอบการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียในปี 2563 (EPI Yale & Columbia 2020) ประกอบไปด้วยการประเมินจาก 11 ดัชนีย่อย 32 ตัวชี้วัด ครอบคลุม 2 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักร้อยละ 40 ประกอบด้วยดัชนีย่อยและค่าถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ) รายดัชนี ดังนี้ ด้านคุณภาพอากาศ (20) สุขภาพและน้ำดื่ม (16) โลหะหนัก (2) และการจัดการของเสีย (2) และประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักร้อยละ 60 ประกอบด้วยดัชนีย่อยและค่าถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ) รายดัชนี ดังนี้ ด้านความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย (15) บริการของระบบนิเวศ (6) การประมง (6) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (24) การปลดปล่อยมลพิษ (3) การเกษตรกรรม (3) และทรัพยากรน้ำ (3) ซึ่งผลการประเมินพบว่า EPI Yale & Columbia 2020 มีคะแนนเฉลี่ย 45.4 คะแนน โดยเป็นคะแนนในประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม 48.4 คะแนน และประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ 43.5 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 78 ของโลก จาก 180 ประเทศ ลำดับที่ 7 ของกลุ่มประเทศ Asia-Pacific จาก 25 ประเทศ (อันดับก่อนหน้าคือ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์ ไต้หวัน บรูไน และมาเลเซีย) และลำดับที่ 3 ของกลุ่มประเทศ ASEAN จาก 10 ประเทศ (อันดับก่อนหน้าคือ สิงคโปร์ และมาเลเซีย)

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย (EPI+) โดยมีรูปแบบการคำนวณและค่าถ่วงน้ำหนักสอดคล้องกับ EPI Yale & Columbia 2020 แต่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทยที่เป็นปัจจุบันในการคำนวณ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เกินปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับค่า EPI Yale & Columbia 2020 ได้ ทั้งนี้ กรณีที่ประเทศไทยไม่มีข้อมูลตัวแปรที่สอดคล้องกับค่านิยามของ EPI Yale & Columbia 2020 โดยตรง จะใช้ค่าคะแนนตามผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียในการประเมินค่าคะแนน และสำหรับกรณีที่ตัวแปรไม่มีข้อมูลแต่ชุดข้อมูลไม่ครบ จะจัดทำค่าทดแทน (Proxy) เพื่อให้สามารถคำนวณค่าคะแนนได้ โดยค่าคะแนน EPI+ มีคะแนนเฉลี่ย 57.9 คะแนน เป็นคะแนนในประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม 50.1 คะแนน และประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ 63.0 คะแนน

โดยมีสรุปผลการจัดทำ EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ทั้งในภาพรวม รายประเด็น และรายตัวชี้วัด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการจัดทำ EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ในภาพรวม รายประเด็น และรายตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด/ ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน EPI Yale & Columbia 2020	คะแนน EPI+	ความแตกต่าง ของคะแนน
ภาพรวม	45.4	57.9	+12.5
ประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (40%)	48.4	50.1	+1.7
ดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ (20%)			
การรับสัมผัส PM _{2.5} (11%)	41.1	41.1	-
การรับสัมผัสก๊าซโอโซน (1%)	39.8	39.8	-
การรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน (8%)	40.1	40.1	-
ดัชนีย่อยสุขภาพและน้ำดื่ม (16%)			
สุขภาพไม่ปลอดภัย (6.4%)	75.8	75.8	-
น้ำดื่มไม่ปลอดภัย (9.6%)	42.5	42.5	-
ดัชนีย่อยโลหะหนัก (2%)			
การรับสัมผัสตะกั่ว (2%)	81.6	81.6	-
ดัชนีย่อยการจัดการของเสีย (2%)			
การจัดการขยะชุมชน (2%)	32.9	67.1	+34.2
ประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (60%)	43.5	63.0	+19.5
ดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพ และถิ่นที่อยู่อาศัย (15%)			
การปกป้องชีวนิเวศระดับชาติ (3%)	76.7	100.0	+23.3
การปกป้องชีวนิเวศระดับโลก (3%)	59.1	100.0	+40.9
พื้นที่คุ้มครองทางทะเล (3%)	16.9	47.5	+30.6
ดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ (1.5%)	48.2	48.2	-
ดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ (1.5%)	69.9	69.9	-
ดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ (1.5%)	84.1	84.1	-
ดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง (1.5%)	21.8	21.8	-
ดัชนีย่อยบริการของระบบนิเวศ (6%)			
การสูญเสียพื้นที่ป่า (5.4%)	23.3	100.0	+76.7
การสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า (0.3%)	38.7	0	-38.7
การสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ (0.3%)	28.3	100.0	+71.7
ดัชนีย่อยประมง (6%)			
สถานภาพปริมาณสัตว์น้ำคงเหลือ (2.1%)	3.3	100.0	+96.7
ดัชนีลำดับขั้นการกินอาหารในทะเล (2.1%)	23.7	23.7	-
สัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลาก (1.8%)	5.5	4.4	-1.1

ตัวชี้วัด/ ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน EPI Yale & Columbia 2020	คะแนน EPI+	ความแตกต่าง ของคะแนน
ดัชนีย่อยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (24%)			
อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (13.2%)	38.2	48.7	+10.5
อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (3.6%)	85.4	100.0	+14.6
อัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (1.2%)	65.7	57.9	-7.8
อัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต (2.4%)	94.4	83.0	-11.4
อัตราการปล่อยคาร์บอนดำ (1.2%)	42.6	72.3	+29.7
อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน (0.6%)	35.5	85.7	+50.2
สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร (0.6%)	37.7	44.9	+7.2
อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์ มวลรวมของประเทศ (1.2%)	40.4	50.2	+9.8
ดัชนีย่อยการปลดปล่อยมลพิษ (3%)			
อัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (1.5%)	100.0	100.0	-
อัตราการปล่อยก๊าซซอกไซด์ของไนโตรเจน (1.5%)	57.4	57.6	+0.2
ดัชนีย่อยเกษตรกรรม (3%)			
ดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืน (3%)	33.1	41.6	+8.5
ดัชนีย่อยทรัพยากรน้ำ (3%)			
การบำบัดน้ำเสีย (3%)	2.0	2.6	+0.6

1. การเปลี่ยนแปลงของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม ตามรอบการเผยแพร่ข้อมูลของ Yale & Columbia

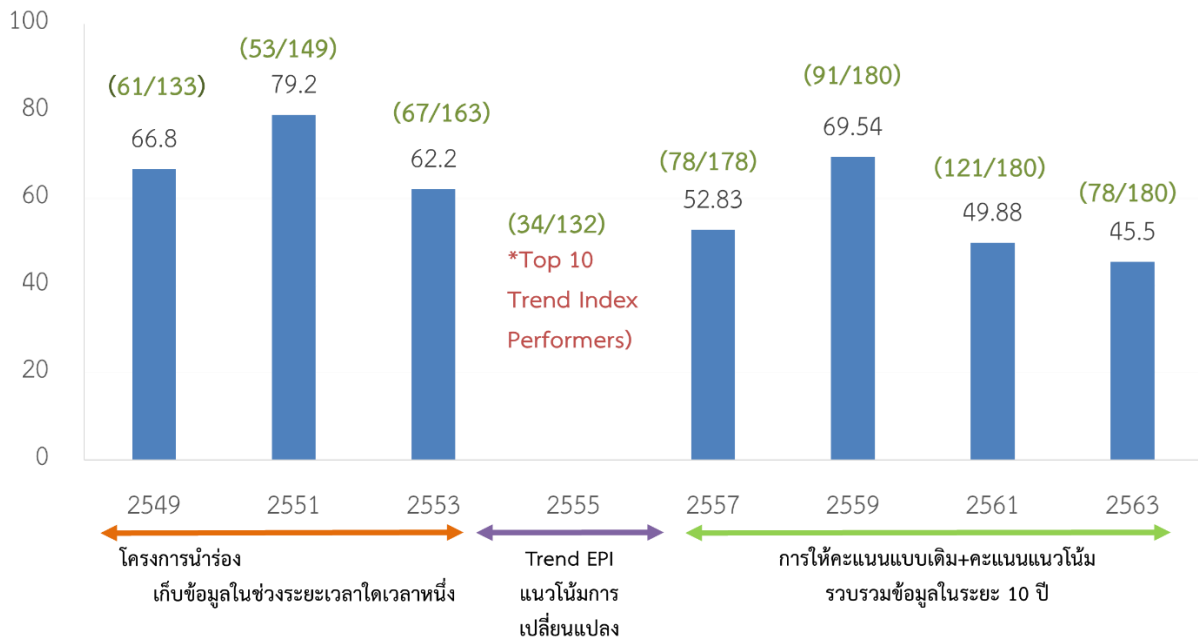
หัวข้อที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมตามรอบการเผยแพร่ข้อมูลของ Yale & Columbia ประกอบด้วย ภาพรวมของการจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) โดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ตั้งแต่ปี 2549 - 2563 (ค.ศ. 2006 - 2020) และการรายงานค่าคะแนน EPI ของประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) เป็นการพัฒนาวิธีการและตัวชี้วัดเพื่อประเมินว่าแต่ละประเทศ มีการดำเนินการต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับใด ซึ่งวิธีการประเมินตัวชี้วัดนี้พัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มีจุดมุ่งหมายที่จะสร้างมาตรฐานในการชี้วัดผลงานของแต่ละประเทศเกี่ยวกับการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมตามหลักวิชาการ ในลักษณะที่ คล้ายกับตัวชี้วัดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) กับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Gross National Product: GNP) (Yale University and Columbia University, 2020)

การพัฒนาารูปแบบการรวบรวมข้อมูล การให้คะแนนดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม และการจัดอันดับประเทศ พบว่า โครงการนำร่องการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) ใช้ลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งเพื่อใช้ในการคำนวณคะแนน โดยในปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย 66.8 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 61 จาก 133 ประเทศ ปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ. 2008) มีคะแนนเฉลี่ย 79.2 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 53 จาก 149 ประเทศ และปี พ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010) มีคะแนนเฉลี่ย 62.2 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 67 จาก 163 ประเทศ

ในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) ได้มีการเปลี่ยนรูปแบบการคำนวณและการใช้ข้อมูลในการจัดอันดับสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม ให้อยู่ในรูปแบบของ The Pilot Trend Environmental Performance Index (Trend EPI) เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของแต่ละประเทศว่ามีนโยบายที่สามารถนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในทิศทางที่ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นจึงไม่สามารถนำคะแนนหรือลำดับไปเปรียบเทียบดัชนีในปี พ.ศ. 2549 - 2553 (ค.ศ. 2006 - 2010) ได้ โดยประเทศไทยมีคะแนนแนวโน้มอยู่ในอันดับที่ 10 อยู่ในลำดับที่ 34 จาก 132 ประเทศ

ต่อมาในปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) ได้มีความพยายามในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการคำนวณให้ครอบคลุมทั้งการให้คะแนนแบบเดิมและการให้คะแนนแนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศ ด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะ 10 ปี เพื่อใช้ในการคำนวณ โดยประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย 52.83 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 78 จาก 178 ประเทศ ปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) มีคะแนนเฉลี่ย 69.54 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 91 จาก 180 ประเทศ ปี พ.ศ. 2561 (ค.ศ. 2018) มีคะแนนเฉลี่ย 49.88 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 121 จาก 180 ประเทศ และปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) มีคะแนนเฉลี่ย 45.5 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 78 จาก 180 ประเทศ แสดงสรุปรวมดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 คะแนนดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

การเผยแพร่ผลการศึกษาดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมล่าสุดในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) โดยมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงนโยบาย 2 ด้าน 11 ดัชนีย่อย (Category) 32 ตัวชี้วัด (Indicator) ได้แก่ 1) ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) ที่ให้ความสำคัญกับดัชนีย่อยด้านคุณภาพอากาศ (Air Quality) ดัชนีย่อยด้านสุขาภิบาลและน้ำดื่ม (Sanitation and Drinking Water) ดัชนีย่อยด้านโลหะหนัก (Heavy Metals) และดัชนีย่อยด้านการจัดการของเสีย (Waste Management) และ 2) ด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) ที่ให้ความสำคัญกับดัชนีย่อยด้านความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย (Biodiversity and Habitat) ดัชนีย่อยด้านบริการจากระบบนิเวศ (Ecosystem Services) ดัชนีย่อยด้านการประมง (Fisheries) ดัชนีย่อยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ดัชนีย่อยด้านการปลดปล่อยมลพิษ (Pollution Emissions) และดัชนีย่อยด้านการเกษตรกรรม (Agriculture) และดัชนีย่อยด้านทรัพยากรน้ำ (Water Resources)

จากการรวบรวมข้อมูลการจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - 2563 (ค.ศ. 2006 - 2020) พบว่า รายงานการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมจะถูกจัดทำขึ้นทุก ๆ 2 ปี และในแต่ละรอบการประเมินมีการปรับเปลี่ยนดัชนีย่อย ตัวชี้วัดต่าง ๆ รวมทั้งปรับเปลี่ยนการให้ค่าน้ำหนักในการประเมินในแต่ละรอบปี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ดัชนีย่อย ตัวชี้วัด และน้ำหนักคะแนนที่ถูกนำมาใช้ประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2549 - 2563 (ค.ศ. 2006 - 2020)

2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
ดัชนีหลักด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health)							
EH : EV 50 : 50	EH : EV 50 : 50	EH : EV 50 : 50	EH : EV 30 : 70	EH : EV 50 : 50	EH : EV 50 : 50	EH : EV 40 : 60	EH : EV 40 : 60
ดัชนีย่อยด้าน Air Quality							
35%	25%	25%	25%	33.33%	33.33%	65%	50%
Indoor Air Pollution	Indoor Air Pollution	Indoor Air Pollution	Indoor Air Pollution	Household Air Quality	Household Air Quality	Household Solid Fuels	Household Solid Fuels
Urban Particulates	Urban Particulates	Outdoor air pollution	Particulate Matter	Avg. Exposure to PM _{2.5}	Avg. Exposure to Fine PM	PM _{2.5} Exposure	PM _{2.5} Exposure
				PM _{2.5} Exceedance	PM _{2.5} Exceedance	PM _{2.5} Exceedance	
					Air Poll. Avg. Exposure to NO ₂		
	Health ozone						Ozone Exposure
ดัชนีย่อยด้าน Water & Sanitation							
44%	25%	25%	25%	33.33%	33.33%	30%	40%
Drinking water	Drinking water	Access to Water	Access to Water	Access to Water	Drinking Water Quality	Drinking Water	Unsafe Drinking Water
Adequate sanitation	Adequate sanitation	Access to Sanitation	Access to Sanitation	Access to Sanitation	Unsafe Sanitation	Sanitation	Unsafe Sanitation
ตัวชี้วัดด้าน Health Impact							
21%	50%	50%	50%	33.33%	33.33%	5%	5%
Child Mortality	Envi. burden of disease	Envi.l burden of disease	Child Mortality	Child Mortality	Envi. Risk Exposure	Lead Exposure	Lead Exposure
ดัชนีย่อยด้าน Waste Management							
							5%
							Controlled Solid Waste
ดัชนีหลักด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality)							
EH : EV 50 : 50	EH : EV 50 : 50	EH : EV 50 : 50	EH : EV 30 : 70	EH : EV 50 : 50	EH : EV 50 : 50	EH : EV 40 : 60	EH : EV 40 : 60
ดัชนีย่อยด้าน Biodiversity & Habitat							
20%	15%	8.33%	25%	25%	25%	25%	25%
Wilderness Protection	Conservation risk index						
Ecoregion Protection	Effective conservation						

2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Timber Harvest Rate	Critical Habitat Protection	Critical Habitat Protection	Critical Habitat Protection	Critical Habitat Protection			Biodiversity Habitat Index
Water Consumption	Marine Protected Areas	Marine Protected Areas	Marine Protected Areas	Marine Protected Areas	Marine Protected Areas	Marine Protected Areas	Marine Protected Areas
		Biome Protection	Biome Protection	Global Biome Protection	Terrestrial Biome Protect. (global)	Biome Protection Global	Terrestrial Biome Protect. (global)
				National Biome Protection	Terrestrial Biome Protect. (national)	Biome Protection National	Terrestrial Biome Protect. (national)
						Species Habitat Index	Species Habitat Index
					Species Protection (global)		
					Species Protection (National)		Species Protection Index
						Representativeness Index	Protected Areas Representativeness Index
ดัชนีย่อยด้าน Forrest / Ecosystem Services							
20% *	5%	8.33%	8.33%	10%	10%	10%	10%
Timber Harvest Rate	Growing stock change	Growing stock change	Forest Growing Stock				
		Forest Cover Change	Change in Forest Cover	Change in Forest Cover			
			Forest Loss		Tree Cover Loss	Tree Cover Loss	Tree Cover Loss
							Grassland Loss
							Wetland Loss
ดัชนีย่อยด้าน Fisheries							
20% / 50%EV *	5% / 50%EV	8.33% / 50%EV	8.33% / 70%EV	10% / 50%EV	5% / 50%EV	10% / 60%EV	10% / 60%EV
Overfishing	Marine trophic index	Marine trophic index				Regional Marine Trophic Index	Regional Marine Trophic Index
	Trawling intensity	Trawling intensity					Fish Caught by Trawling
			Coastal Shelf Fishing Pressure	Coastal Shelf Fishing Pressure			
			Fish Stocks Overexploited	Fish Stock Status	Fish Stock Status	Fish Stock Status	Fish Stock Status

2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
ดัชนีย่อยด้าน Energy & Climate Change							
20%	50%	50%	25%	25%	25%	30%	40%
Energy Efficiency							
	Emissions per capita	GHG emissions per capita					GHG per Capita
	Emissions per electricity generation	CO ₂ emissions per electricity generation	CO ₂ per kWh	Trend in CO ₂ Emissions per kWh		CO ₂ Emissions Power	
		Industrial GHG emissions intensity					GHG Intensity Trend
			CO ₂ per capita				
CO ₂ per GDP			CO ₂ per \$ GDP			CO ₂ Emissions Total	
Renewable Energy			Renewable Electricity				
				Change of Trend in Carbon Intensity			
					Trend in Carbon Intensity per kWh		
	Industrial carbon intensity			Trend in Carbon Intensity	Trend in Carbon Intensity		
							CO ₂ from Land Cover
							CO ₂ Growth Rate
						Methane Emissions	CH ₄ Growth Rate
						N ₂ O Emissions	N ₂ O Growth Rate
						Black Carbon Emissions	Black Carbon Growth Rate
ดัชนีย่อยด้าน Air Pollution / Pollution Emissions							
20%	5%	8.33%	12.5%			10%	5%
Regional Ozone	Ecosystem ozone	Ecosystem ozone					
Urban Particulates	SO ₂ emissions per populated land area	SO ₂ emissions per populated land area	SO ₂ per capita			SO ₂ Growth Rate	SO ₂ Growth Rate

2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
		NO _x emissions per populated land area	SO ₂ per \$ GDP			NO _x Growth Rate	NO _x Growth Rate
		Non-methane VOC emissions per populated land area					
ดัชนีย่อยด้าน Agricultural							
20% *	5%	8.33%	8.33%	5%	10%	5%	5%
Agricultural Subsidies	Agricultural subsidies	Agricultural subsidies	Agricultural subsidies	Agricultural subsidies			
	Pesticide regulation	Pesticide regulation	Pesticide regulation	Pesticide regulation			
	Intensive cropland						
	Burned Land Area						
	Irrigation Stress						
		Agricultural water intensity					
					Nitrogen Balance	Sustainable Nitrogen Manage. Index	Sustainable Nitrogen Manage. Index
					Nitrogen Use Efficiency		
ดัชนีย่อยด้าน Water Resources							
20%	15%	8.33%	12.5%	25%	25%	10%	5%
Nitrogen Loading							
Water Consumption			Change in Water Quantity				
	Water quality index	Water quality index		Wastewater Treatment	Wastewater Treatment	Wastewater Treatment	Wastewater Treatment
	Water stress index	Water stress index					
		Water scarcity index					

หมายเหตุ * ปี 2006 ให้คะแนนดัชนีย่อยด้าน Productive Natural Resources ซึ่งครอบคลุมทั้ง Forests, Fisheries และ Agriculture ทั้งหมด 20% ต่อคะแนนดัชนีหลักด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ 50% ของการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) เป็นปีที่เริ่มต้นโครงการนำร่องการประเมิน โดยใช้ข้อมูลตัวชี้วัดต่าง ๆ ภายใต้ตัวชี้วัดด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) ประกอบด้วย คุณภาพอากาศ น้ำดื่มและสุขาภิบาล และผลกระทบต่อสุขภาพ และ 2) ด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) ประกอบด้วย มลภาวะอากาศ น้ำเสีย ความหลากหลายทางชีวภาพ และแหล่งที่อยู่อาศัย ทรัพยากรธรรมชาติ และการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน โดยมีการถ่วงน้ำหนักคะแนนในดัชนีย่อยต่าง ๆ ด้วยน้ำหนักคะแนนที่เท่ากันในทุก ๆ ด้าน

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ. 2008) ใช้ข้อมูลภายใต้ดัชนีหลักด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) เช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) โดยให้คะแนนดัชนีย่อยด้านผลกระทบต่อสุขภาพมากที่สุดที่ 50% ของคะแนนด้านสุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม ส่วนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) มีการแบ่งดัชนีย่อยด้านทรัพยากรธรรมชาติ ออกเป็นทรัพยากรป่าไม้ การประมง และการเกษตร โดยมีการถ่วงน้ำหนักคะแนนในดัชนีย่อยด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สูงที่สุดที่ 50% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ รองลงมาคือ น้ำเสีย และความหลากหลายทางชีวภาพ และแหล่งที่อยู่อาศัย อย่างละ 15% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010) ใช้ข้อมูลภายใต้ดัชนีหลักด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) และให้คะแนนถ่วงน้ำหนักเช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ. 2008) ส่วนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) ให้คะแนนถ่วงน้ำหนักในดัชนีย่อยด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูงที่สุดที่ 50% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ และให้คะแนนด้านอื่น ๆ ที่เหลือเท่ากันที่ 8.33%

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) ใช้ข้อมูลภายใต้ดัชนีหลักด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) และให้คะแนนถ่วงน้ำหนักเช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010) ส่วนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) ให้คะแนนถ่วงน้ำหนักด้านความหลากหลายทางชีวภาพและแหล่งที่อยู่อาศัย และพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เท่ากันที่ 25% ให้คะแนนถ่วงน้ำหนักด้านมลภาวะอากาศ และน้ำเสีย เท่ากันที่ 12.5% ส่วนด้านทรัพยากรป่าไม้ การประมง และการเกษตร ให้คะแนนถ่วงน้ำหนักเท่ากันที่ 8.33% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) ใช้ข้อมูลภายใต้ดัชนีหลักด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) เช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) และให้คะแนนถ่วงน้ำหนักเท่ากันในทุก ๆ ดัชนีย่อย ส่วนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) มีการปรับดัชนีด้านมลภาวะอากาศออกจากการคำนวณ และให้คะแนนถ่วงน้ำหนักด้านน้ำเสีย ความหลากหลายทางชีวภาพและแหล่งที่อยู่อาศัย และพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เท่ากันที่ 25% ด้านทรัพยากรป่าไม้ และการประมง เท่ากันที่ 10% และการเกษตร 5% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ใช้ข้อมูลภายใต้ดัชนีหลัก ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) เช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) และให้คะแนนถ่วงน้ำหนักเท่ากันในทุก ๆ ดัชนีย่อย ส่วนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) มีปรับดัชนีด้านมลภาวะอากาศออกจากการคำนวณ และให้คะแนนถ่วงน้ำหนักด้านน้ำเสีย ความหลากหลายทางชีวภาพ และแหล่งที่อยู่อาศัย และพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เท่ากันที่ 25% ด้านทรัพยากรป่าไม้ และการเกษตร เท่ากันที่ 10% และการประมง 5% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2561 (ค.ศ. 2018) ได้ปรับการใช้ข้อมูลและการให้คะแนนถ่วงน้ำหนักดัชนีย่อยภายใต้ดัชนีหลักด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) โดยแบ่งเป็นคุณภาพอากาศ 65% น้ำดื่มและสุขาภิบาล 30% และปรับเปลี่ยนผลกระทบต่อสุขภาพจากความเสี

ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการใช้อัตราส่วนการสัมผัสโลหะหนัก โดยให้น้ำหนักที่ 5% ของคะแนนด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ส่วนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) มีปรับกลับมาใช้ดัชนีด้านมลภาวะอากาศในการคำนวณอีกครั้ง โดยให้คะแนนถ่วงน้ำหนักที่ 10% เท่ากันกับด้านน้ำเสีย ทรัพยากรป่าไม้ และการประมง ให้คะแนนถ่วงน้ำหนักด้านการเกษตร 5% และให้คะแนนถ่วงน้ำหนักด้านความหลากหลายทางชีวภาพและแหล่งที่อยู่อาศัย และพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เท่ากับ 25% และ 30% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ ตามลำดับ

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ได้มีการเพิ่มข้อมูลดัชนีด้านการจัดการขยะเข้ามาใช้การคำนวณร่วมด้วย โดยให้คะแนนถ่วงน้ำหนักที่ 5% เท่ากับการสัมผัสโลหะหนัก ส่วนด้านคุณภาพอากาศ และน้ำดื่มและสุขาภิบาล 50% และ 40% ของคะแนนด้านด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) ตามลำดับ ส่วนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) มีการถ่วงน้ำหนักคะแนนในดัชนีย่อยด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูงที่สุดที่ 40% รองลงมาคือ ด้านความหลากหลายทางชีวภาพและแหล่งที่อยู่อาศัย 25% ด้านบริการจากระบบนิเวศ (ทรัพยากรป่าไม้) และการประมง เท่ากันที่ 10% และมลภาวะอากาศ น้ำเสีย และการเกษตรเท่ากันที่ 5% ของคะแนนด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม website ของ EPI (<https://epi.yale.edu/>) ได้แนะนำว่า ในแต่ละรอบการเผยแพร่ค่าดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณและชุดข้อมูล

2. การศึกษาดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

หัวข้อที่ 2 การศึกษาดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ประกอบด้วย ภาพรวมของนโยบายและแผนของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับ EPI และคำเป้าหมายของประเทศไทย กรอบการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม รวมทั้งกรอบตัวแปร เกณฑ์การวัด และผลการประเมิน ทั้งในส่วนของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (EPI Yale & Columbia 2020) และดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย (EPI+)

2.1 ภาพรวมของนโยบายและแผนของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมและคำเป้าหมายของประเทศไทย

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) เป็นตัวชี้วัดที่ถูกนำมาใช้ประเมินสถานการณ์ และการดำเนินการต่อการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเป็นการให้ค่าคะแนนและอันดับด้านสิ่งแวดล้อมแก่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความสำคัญกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม เห็นได้จากการกำหนดเป็นแนวทางภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในเป้าหมายที่ 2.3 ใช้ประโยชน์และสร้างการเติบโตบนฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้สมดุล ภายในขีดความสามารถของระบบนิเวศ ประเด็นที่ 4.1 สร้างการเติบโตบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็น 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน (พ.ศ. 2561 - 2580) ประกอบด้วย 5 แผนย่อย ได้แก่ การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจภาคทะเล การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ การจัดการมลพิษที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสารเคมีในภาคเกษตรทั้งระบบให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล และการยกระดับกระบวนการทัศน์เพื่อกำหนดอนาคตประเทศไทย

แผนย่อยการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว ได้กำหนดตัวชี้วัด “ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI)” และได้กำหนดคำเป้าหมายในช่วงปี 2561 - 2565 ปี 2566 - 2570 ปี 2571 - 2575 และปี 2576 - 2580 เท่ากับ 50 55 60 และ 65 คะแนน ตามลำดับ

ด้านแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ซึ่งเป็นกรอบเพื่อกำหนดแผนระดับปฏิบัติราชการในช่วง 5 ปี ในรอบปีที่ 2 ของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) บนหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลกหรือ SDGs ได้กำหนดเป้าหมายของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมอยู่ภายใต้เป้าหมายหลักที่ 4 การเปลี่ยนผ่านสู่ความยั่งยืน มิติความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หมุดหมายที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ เป้าหมายที่ 2 การอนุรักษ์ ฟื้นฟูและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ตัวชี้วัดที่ 2.1 คะแนนดัชนีสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมดีขึ้น ติดอันดับ 1 ใน 4 ของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีคะแนนไม่น้อยกว่า 55 คะแนน ในปี 2570

นอกจากนั้น ดัชนีสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมยังสอดแทรกอยู่ในแผนอื่น ๆ อาทิ แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1) มีเป้าหมาย SCP 1 การบริโภคและการผลิตของประเทศมีความยั่งยืนสูงขึ้น ที่กำหนดว่า ในปี พ.ศ. 2566 - 2570 ดัชนีสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยเป็นอันดับใน 1 ใน 4 ของภูมิภาค และแผนแม่บทกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

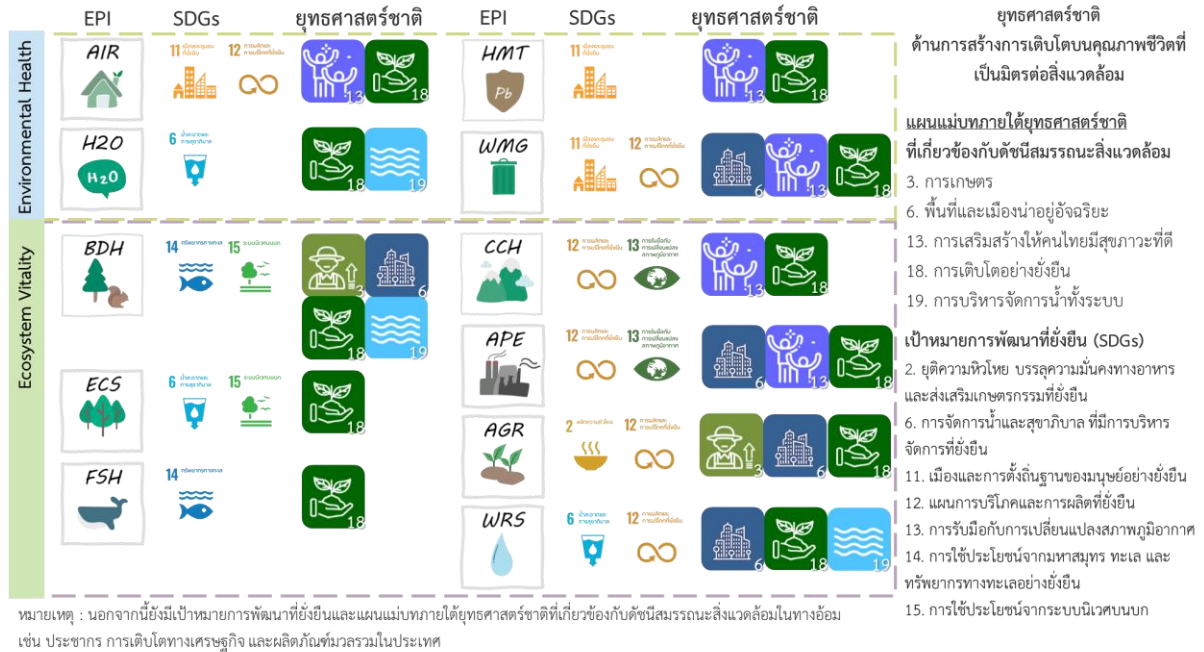
ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ในประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดี กำหนดค่าเป้าหมายให้มีคะแนนดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมเฉพาะส่วนที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรับผิดชอบ Air Quality (20%) Sanitation & Drinking water (16%) Climate Change (20%) ที่ร้อยละ 55 ในปี พ.ศ. 2566 - 2570 โดยมีสรุปภาพรวมของนโยบายและแผนของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับ EPI และค่าเป้าหมายของประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปนโยบายและแผนของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับ EPI และค่าเป้าหมายของประเทศ

ตัวชี้วัด	ปี พ.ศ. 2561 - 2565	ปี พ.ศ. 2566 - 2570	ปี พ.ศ. 2561 - 2575	ปี พ.ศ. 2576 - 2580
แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็น 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน (พ.ศ. 2561 - 2580)	50 คะแนน	55 คะแนน	60 คะแนน	65 คะแนน
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (2566 - 2570)	ตัวชี้วัดที่ 2.1 คะแนนดัชนีสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมดีขึ้น ติดอันดับ 1 ใน 4 ของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีคะแนนไม่น้อยกว่า 55 คะแนน ในปี 2570			
หมุดหมายที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียน และสังคมคาร์บอนต่ำ	เป้าหมายที่ 2 การอนุรักษ์ พื้นฟูและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น			
เป้าหมายที่ 2 การอนุรักษ์ พื้นฟูและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น	แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1)			
SCP 1 การบริโภคและการผลิตของประเทศมีความยั่งยืนสูงขึ้น		อันดับ 1 ใน 4 ของภูมิภาค	อันดับ 1 ใน 3 ของภูมิภาค	
แผนแม่บทกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)	ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม			
Environmental Performance Index (EPI) เฉพาะส่วนที่ ทส. รับผิดชอบ Air Quality (20%) Sanitation & Drinking Water (16%) Climate Change (24%)	ปีฐาน	ร้อยละ 55	ร้อยละ 60	ร้อยละ 65

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เป็นทิศทางการพัฒนาของโลกที่คำนึงถึงความยั่งยืนในทุกมิติ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมโดยไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง ซึ่งดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมมีความสอดคล้องกับ SDGs ในหลายเป้าหมาย ได้แก่ เป้าหมายที่ 2 ยุติความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหาร และส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 6 การจัดการน้ำสะอาดและการสุขาภิบาลที่มีการบริหารจัดการที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 12 แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป้าหมายที่ 14 การใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเล และทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืน และเป้าหมายที่ 15 การใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศบนบก

สามารถสรุปความเชื่อมโยงของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความเชื่อมโยงของดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

2.2 กรอบการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) มีค่าคะแนนตั้งแต่ 0 - 100 ซึ่งการจัดอันดับ (Ranking) จะพิจารณาจากระยะทางถึงเป้าหมายและค่าคะแนน โดยจัดอันดับแต่ละประเทศเทียบกับเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดและแย่ที่สุด การที่ EPI มีค่าเข้าใกล้ 100 หมายถึงมีประสิทธิภาพการดำเนินงานที่ดี ซึ่งมีการเผยแพร่คะแนนดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของแต่ละประเทศในทุก ๆ 2 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) ทั้งนี้ ในแต่ละรอบของการเผยแพร่ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มีระเบียบวิธีวิจัยไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ การถ่วงน้ำหนัก และวิธีการประเมิน ตามสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจในช่วงเวลานั้น ๆ ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบสถานการณ์การพัฒนาของประเทศในแต่ละช่วงเวลาได้ ประกอบกับชุดข้อมูลที่ใช้ในการรายงานอาจจะไม่ใช่ข้อมูลปัจจุบันของประเทศไทย ดังนั้นสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงได้จัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทยที่เป็นปัจจุบันในการคำนวณ โดยมีกรอบค่านิยาม ดังนี้

EPI Yale & Columbia 2020 คือ ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ซึ่งจะคำนวณค่าคะแนนตามกรอบการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียตามรายงานฉบับที่เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) และมีการเปรียบเทียบกลุ่มเทียบเคียงของประเทศ ซึ่ง EPI Yale & Columbia 2020 ประกอบด้วย 11 ดัชนีย่อย 32 ตัวชี้วัดครอบคลุมประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักร้อยละ 40 ประกอบด้วยดัชนีย่อยและค่าถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ) รายดัชนี ดังนี้ ด้านคุณภาพอากาศ (20) สุขภาพและน้ำดื่ม (16) โลหะหนัก (2) และการจัดการของเสีย (2) และประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักร้อยละ 60 ประกอบด้วยดัชนีย่อยและค่าถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ)

รายดัชนี ดังนี้ ด้านความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย (15) บริการของระบบนิเวศ (6) การประมง (6) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (24) การปลดปล่อยมลพิษ (3) การเกษตรกรรม (3) และทรัพยากรน้ำ (3)

EPI+ คือ ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย โดยมีรูปแบบการคำนวณและค่าถ่วงน้ำหนักสอดคล้องกับ EPI Yale & Columbia 2020 แต่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทยที่เป็นปัจจุบันในการคำนวณ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เกินปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับค่า EPI Yale & Columbia 2020 ได้

สำหรับกรณีในประเทศไทยไม่มีข้อมูลตัวแปรที่สอดคล้องกับค่านิยามของ EPI Yale & Columbia 2020 โดยตรง จะใช้ค่าคะแนนตามผลการศึกษาระดับมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียในการประเมินค่าคะแนน และกรณีที่ตัวแปรไม่มีข้อมูลแต่ชุดข้อมูลไม่ครบ จะจัดทำค่าทดแทน (Proxy) เพื่อให้สามารถคำนวณค่าคะแนนได้

2.3 กรอบตัวแปร เกณฑ์การวัด และผลการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

กรอบตัวแปร เกณฑ์การวัด และผลการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยที่พัฒนาโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (EPI Yale & Columbia 2020) และดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย (EPI+) ใน 2 ประเด็นหลัก 11 ดัชนีย่อย และ 32 ตัวชี้วัด รายละเอียด ดังนี้

ประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health)

ประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) เป็นการศึกษาด้านผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ที่เกิดจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งกรอบตัวแปรของ EPI ฉบับที่เผยแพร่ล่าสุด (EPI Yale & Columbia 2020) ได้มีการพิจารณาใน 4 ประเด็น ได้แก่ คุณภาพอากาศ (Air Quality) สุขาภิบาล และน้ำดื่ม (Sanitation and drinking water) ตะกั่วในสิ่งแวดล้อม (Heavy metal) และการจัดการขยะของเสีย (Waste management)

2.3.1 ดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ (Air Quality)

คุณภาพอากาศ กลายเป็นภัยคุกคามด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง มลพิษทางอากาศทั้งที่เกิดภายในและภายนอกอาคาร (Indoor and outdoor air pollution) เป็นผลให้คุณภาพอากาศต่ำซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ จากตัวเลขขององค์การอนามัยโลก ได้ประมาณการว่ามากกว่าร้อยละ 90 ของประชากรโลกทั้งหมดอยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีคุณภาพอากาศต่ำกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ทางองค์การอนามัยโลกกำหนด [WHO 2018 a] ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) ปี 2020 ได้กำหนดตัวชี้วัดสำหรับดัชนีย่อยคุณภาพอากาศขึ้นจากปัจจัยที่สัมพันธ์กันระหว่างแหล่งของการเกิดมลพิษทางอากาศ และประเภทของมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM_{2.5} (PM_{2.5} Exposure: PMD) ตัวชี้วัดการรับสัมผัสก๊าซโอโซน (O₃ Exposure: OZD) และตัวชี้วัดการรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน (Household solid fuels: HAD) โดยมีรายละเอียดของแต่ละตัวชี้วัด ดังนี้

(1) ตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM_{2.5} (PM_{2.5} Exposure)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การประเมินค่าตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM_{2.5} (PM_{2.5} Exposure: PMD) นั้น มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียได้กำหนดให้ใช้ ค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY)

ต่อประชากร 100,000 คน เป็นตัวแทนของดัชนีภาระโรค (Burden of disease: BOD) ซึ่งเป็นเครื่องชี้วัดความสูญเสียทางสุขภาพของประชากร โดยครอบคลุมทั้งความสูญเสียจากการตาย การเจ็บป่วย และความพิการอันเนื่องมาจากการรับสัมผัส PM_{2.5} โดยทำการประเมินหาค่า DALY จากโรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยเสี่ยงของการรับสัมผัส PM_{2.5} อาทิเช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ (Cardiovascular diseases) โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ (Respiratory diseases) และโรคเกี่ยวกับระบบสมอง เป็นต้น ดังแสดงในสมการที่ (1) และทำการประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัยอันเนื่องมาจากการรับสัมผัส PM_{2.5} ภายใต้โครงสร้างของ Comprehensive Risk Assessment (CRA) ซึ่งอ้างอิงจากการศึกษาภาระโรคทั่วโลก (Global Burden of Disease: GBD) และประเมินหาสัดส่วนของผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตในแต่ละโรคอันเนื่องมาจากการรับสัมผัส PM_{2.5} โดยใช้แบบจำลองทางสถิติ ในส่วนของการประเมินระดับของปัจจัยเสี่ยงของการสัมผัส PM_{2.5} (risk exposure) ที่จะก่อให้เกิดโรคนั้น ประเมินจากค่าความเข้มข้นของ PM_{2.5} รายวันเฉลี่ยต่อปี (annual average daily exposure to PM_{2.5}) โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม (satellite data) ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล (remote sensing) จากนั้นจึงนำข้อมูล DALYs ที่ได้ซึ่ง IHME รายงานค่า DALYs อันเนื่องมาจากการรับสัมผัส PM_{2.5} ของประเทศไทย ณ ปี ค.ศ. 2019 ที่ 935.49 ต่อ 100,000 คน ปีสุขภาพะมาทำการปรับค่า (transformation) โดยใช้ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (ln) ซึ่งค่าที่ 1st percentile (best) อยู่ที่ 4.775 และค่าที่ 99th percentile (worst) อยู่ที่ 8.284 ได้ระดับ score ที่ 41.1 คะแนน

$$DALYs = YLLs + YLDs \quad (1)$$

โดยที่

$DALYs$ = ปีสุขภาพะที่สูญเสีย

$YLLs$ = ปีที่สูญเสียจากการตายก่อนวัยอันควร ซึ่งประเมินได้จาก $N \times L$

เมื่อ N = จำนวนผู้เสียชีวิตรายโรค

L = อายุคาดเฉลี่ยรายอายุ (Age-specific life expectancy)

$YLDs$ = ปีที่สูญเสียเนื่องจากการเจ็บป่วยหรือพิการ ซึ่งประเมินได้จาก $I \times DW \times L$

เมื่อ I = อุบัติการณ์ของโรคในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

DW = ค่าถ่วงน้ำหนักของภาวะบกพร่องทางสุขภาพ

L = ระยะเวลาเฉลี่ยของภาวะบกพร่องทางสุขภาพ

การประเมินค่าตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM_{2.5} (PM_{2.5} Exposure: PMD) นั้น ประเมินจากค่าปีสุขภาพะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการรับสัมผัส PM_{2.5} ต่อประชากร 100,000 คน ทั้งนี้ จากการศึกษพบว่าประเทศไทยมีการศึกษาและนําระเบียบวิธีการประมาณค่า DALY มาใช้ในการศึกษาภาระโรคและการบาดเจ็บของประชากรไทยครั้งแรกตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542 และจัดทำทุก ๆ 5 ปี (พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2557)¹ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินภาวะสุขภาพประชากรไทย และจัดลำดับความสำคัญของโรคสำหรับใช้ในการวางแผนแก้ไขปัญหาระบาดของสุขภาพประชากรไทย ในการจัดทำ DALY ล่าสุดในปี พ.ศ. 2557 โดยแผนงานการพัฒนาดัชนีภาระทางสุขภาพเพื่อการพัฒนา นโยบาย สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ² นั้น เป็นการศึกษาภาระโรคจาก 14 ปัจจัยเสี่ยงของประชากรไทย ปัจจัยเสี่ยงที่ทำการศึกษาประกอบด้วย 1) เพศสัมพันธ์ที่ไม่ปลอดภัย 2) บุหรี่/ยาสูบ 3) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 4) การไม่สวมหมวกนิรภัยของผู้ใช้รถ 5) การไม่คาดเข็มขัดนิรภัยของผู้ใช้รถยนต์ 6) น้ำหนักเกิน 7) ความดันโลหิตสูง 8) คอเลสเตอรอลในเลือดสูง 9) การบริโภคผักและผลไม้

¹ Burden of Disease Thailand, [ความเป็นมา - Burden of Disease \(bodthai.net\)](http://www.bodthai.net)

² BOD-Thailand, รายงานภาระโรคจากปัจจัยเสี่ยงของประชากรไทย พ.ศ. 2557

ไม่เพียงพอ 10) กิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ 11) การใช้สารเสพติดที่ผิดกฎหมาย 12) การขาดน้ำสะอาด 13) น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ในเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี และ 14) มลพิษจากฝุ่นละอองในอากาศ โดยในการศึกษานี้ประมาณความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงและโรคโดยใช้หลักการของ Population Attributable Fraction (PAF) ซึ่งเป็นการประเมินสัดส่วนการลดลงของภาระโรคเมื่อระดับปัจจัยเสี่ยงในประชากรลดลงถึงระดับที่ใช้เปรียบเทียบ (Counterfactual distribution) โดยสำหรับความเสี่ยงจากฝุ่นละอองในอากาศที่ใช้ที่ระดับ 15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับ PM₁₀ และระดับ 7.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับ PM_{2.5} ที่มีผลต่อโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง โรคการติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน โรคหุ้ชั้นกลางอักเสบ โรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดสมอง โรคการอักเสบของหัวใจ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหืด โรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรังอื่น ๆ โรคมะเร็งปอด และโรคมะเร็งหลอดลม ผลจากการศึกษานี้ พบว่ามีจำนวนผู้เสียชีวิตจากการสัมผัสฝุ่นละอองในอากาศที่ 7,193 ราย (แบ่งเป็นเพศชาย 4,101 ราย เพศหญิง 3,089 ราย) ซึ่งอยู่ในลำดับที่ 10 ที่ก่อให้เกิดผู้เสียชีวิตมากที่สุด จาก 14 ปัจจัยเสี่ยง โดยมีค่า DALYs ที่ 84,120 ปีสุขภาวะ สำหรับเพศชาย และ 45,820 ปีสุขภาวะสำหรับเพศหญิง หรือคิดเป็นอัตรา 2.6 ต่อประชากร 1,000 คน และ 1.4 ต่อประชากร 1,000 คน สำหรับเพศชาย และเพศหญิง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่า DALYs จากการศึกษาครั้งนี้ เทียบกับผลการศึกษาของ Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) ซึ่งมีการศึกษาวิจัยภาระโรคระดับโลกของทุกประเทศ รวมถึงประเทศไทย โดยรายงานจำนวนผู้เสียชีวิต อันเนื่องมาจากการสัมผัสฝุ่นละอองในอากาศ (Ambient Particulate matter pollution) ณ ปี 2014 ที่ประมาณ 21,222 - 32,658 ราย (26,828 ราย) โดยได้ค่า DALY ที่ 388,662 - 590,056 ปีสุขภาวะ (486,528 ปีสุขภาวะ) สำหรับเพศชาย และ 218,636 - 348,190 ปีสุขภาวะ (285,389 ปีสุขภาวะ)³ ซึ่งค่า DALYs ที่ได้สูงกว่าค่าที่ BOD-Thailand ศึกษาได้ถึงประมาณ 4.7 เท่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากจำนวนรายการโรคที่พิจารณาที่แตกต่างกัน และค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของปัจจัยเสี่ยง (relative risk) ที่ใช้ในการประเมินที่ต่างกัน

ผลการประเมิน EPI+

ด้วยข้อจำกัดในการประเมินค่า DALYs ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนในผลการประเมินสูง ประกอบกับในปัจจุบันประเทศไทยกำลังอยู่ระหว่างการดำเนินการศึกษาภาระโรคจากปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ตามแผนงานการพัฒนาดัชนีภาวะทางสุขภาพเพื่อการพัฒนา นโยบาย (BOD Thailand) ภายใต้สำนักงานพัฒนาสุขภาพระหว่างประเทศ (International Health Policy Programme: IHPP) กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดด้านคุณภาพอากาศโดยใช้ข้อมูลของประเทศไทยได้ในอนาคต ดังนั้น ผลการประเมิน EPI+ ในครั้งนี้ จึงใช้ค่า DALYs จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ซึ่งอาศัยฐานข้อมูลของ IHME ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM_{2.5} ในปี ค.ศ. 2019 (พ.ศ. 2562) ที่ระดับคะแนน 41.1 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ตั้งสรุปในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM_{2.5}

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
41.1 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	41.1 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	-
ข้อมูลปี	2019		ข้อมูลปี	2019		

³ GBD Results Tool | GHDx (healthdata.org)

(2) ตัวชี้วัดการรับสัมผัสก๊าซโอโซน (O₃ Exposure)**กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด**

การประเมินค่าตัวชี้วัดการรับสัมผัสก๊าซโอโซน (O₃ Exposure: OZD) นั้น มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียได้ใช้ ค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการรับสัมผัส O₃ บนภาคพื้นดิน หรือชั้นโทรโพสเฟียร์ (ground level ozone pollution) ต่อประชากร 100,000 คน และมีกรอบการประเมินค่าตัวชี้วัดเช่นเดียวกับการประเมินค่าตัวชี้วัดการสัมผัส PM_{2.5} โดยการประเมินภาระโรคที่เกิดขึ้นจากการรับสัมผัส O₃ อาทิเช่น เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ การทำงานของปอดลดลง การกำเริบของโรคหอบหืด และมะเร็งปอด เกิดความไวต่อการติดเชื้อทางเดินหายใจ เป็นต้น ซึ่งประเมินระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอันเนื่องมาจากการรับสัมผัส O₃ ตามโครงสร้างของ Comprehensive Risk Assessment (CRA) โดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Global Burden of Disease (GBD) และประเมินระดับความเสี่ยงของการสัมผัส O₃ จากค่าความเข้มข้นรายชั่วโมงสูงสุดตามฤดูกาลของ O₃ (seasonal hourly maximum ozone concentration: 3 months period) โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม (satellite data) ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล (remote sensing) เช่นเดียวกับการประเมินการสัมผัส PM_{2.5} จากนั้นจึงนำข้อมูล DALYs จากการศึกษาของ IHME ซึ่งรายงานค่า DALYs อันเนื่องมาจากรับสัมผัสก๊าซ O₃ ของประเทศไทย ณ ปี ค.ศ. 2019 ที่ 25.46 ต่อ 100,000 คน ปีสุขภาวะ มาทำการปรับค่า (transformation) โดยใช้ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (ln) ซึ่งค่าที่ 1st percentile (best) อยู่ที่ -0.189 และค่าที่ 99th percentile (worst) อยู่ที่ 5.503 โดยระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 39.8 คะแนน

ผลการประเมิน EPI+

ด้วยการประเมินค่าตัวชี้วัดการรับสัมผัส O₃ (O₃ Exposure: OZD) ตามการศึกษาของ มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียนั้นประเมินจากค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการรับสัมผัส O₃ ต่อประชากร 100,000 คน ทั้งนี้ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าในประเทศไทยยังไม่มีผลการประเมินภาระโรคอันเนื่องมาจากการรับสัมผัส O₃ และกำลังอยู่ระหว่างการศึกษาดำเนินงานการพัฒนาดัชนีภาวะทางสุขภาพเพื่อการพัฒนา นโยบาย (BOD Thailand) ภายใต้สำนักงานพัฒนาสุขภาพระหว่างประเทศ (International Health Policy Programme: IHPP) กระทรวงสาธารณสุข ดังนั้น ผลการประเมิน EPI+ ในครั้งนี้ จึงใช้ค่า DALYs จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดการสัมผัส O₃ ในปี ค.ศ. 2019 ที่ระดับคะแนน 39.8 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ตั้งสรุปในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินตัวชี้วัดการรับสัมผัส O₃

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
39.8 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	39.8 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	-
ข้อมูลปี	2019		ข้อมูลปี	2019		

(3) ตัวชี้วัดการรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน (Household solid fuels) กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การประกอบอาหารหรือการหุงต้ม (Cooking) เป็นกิจกรรมในครัวเรือนกิจกรรมหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในภาคครัวเรือน จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก แบ่งประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ในกิจกรรมการหุงต้มเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) เชื้อเพลิงสะอาด เช่น แก๊ส ไฟฟ้า เป็นต้น และ 2) เชื้อเพลิง ที่ก่อให้เกิดมลพิษ เช่น ไม้ ฟืน ถ่าน น้ำมันก๊าด เป็นต้น กลุ่มเชื้อเพลิงของแข็งถือเป็นเชื้อเพลิงหลักที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในบ้านเรือนมากที่สุด กิจกรรมการหุงต้มโดยใช้เชื้อเพลิงแข็งเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ (Particulate matters) ในบ้าน อันเนื่องมาจากการกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และประสิทธิภาพของเตาที่ใช้ประกอบการหุงต้ม มลพิษภายในบ้านที่เกิดขึ้นส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพของสมาชิกในครัวเรือน ในการประเมินค่าตัวชี้วัดการรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน (Household solid fuels: HAD) นั้น มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้ค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศในครัวเรือนที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน ต่อประชากร 100,000 คน โดยมีการประเมินความเสี่ยงจากการเกิดโรคตามกรอบวิธี Comprehensive Risk Assessment (CRA) เช่นเดียวกับ ตัวชี้วัดการรับสัมผัส PM_{2.5} และตัวชี้วัดการรับสัมผัส O₃ ซึ่งอ้างอิงจากการศึกษาของ Global Burden of Disease (GBD) และประเมินระดับความเสี่ยงของการสัมผัสฝุ่นละอองในครัวเรือน อันเนื่องมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน โดยข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือนได้จากการสำรวจในประเทศที่มีสัดส่วนของการใช้เชื้อเพลิงของแข็งเป็นเชื้อเพลิงหลักในครัวเรือน จากนั้นจึงนำข้อมูล DALYs ของ IHME ซึ่งรายงานค่า DALYs อันเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน ของประเทศไทย ณ ปี ค.ศ. 2019 ที่ 240.54 ต่อ 100,000 คน ปีสุขภาวะ มาทำการปรับค่า (transformation) โดยใช้ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (ln) ซึ่งค่าที่ 1st percentile (best) อยู่ที่ -0.1704 และค่าที่ 99th percentile (worst) อยู่ที่ 9.267 โดยระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 40.1 คะแนน

ผลการประเมิน EPI+

ด้วยการประเมินค่าตัวชี้วัดการใช้เชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน (Household Solid Fuels: HAD) ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียนั้นประเมินจากค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการรับสัมผัสก๊าซมลพิษในครัวเรือนจากการใช้เชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน ต่อประชากร 100,000 คน ทั้งนี้ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าในประเทศไทยยังไม่มี การประเมินภาวะโรคอันเนื่องมาจากการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศจากการใช้เชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน ดังนั้น ผลการประเมิน EPI+ ในครั้งนี้ จึงใช้ค่า DALYs จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดการรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน สำหรับปี ค.ศ. 2019 (พ.ศ. 2562) ที่ระดับคะแนน 40.1 เนื่องจากหากมีการนำเสนอมูลค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูล และแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังสรุปในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินตัวชี้วัดการรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
40.1 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	40.1 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	-
ข้อมูลปี	2019		ข้อมูลปี	2019		

(4) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยคุณภาพอากาศกับนโยบายและแผนของประเทศ

- ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ประเด็นที่ 13 การเสริมสร้างให้คนไทยมีสุขภาวะที่ดี ในแผนแม่บทย่อยการสร้างความรู้ด้านสุขภาวะและการป้องกันและควบคุมปัจจัยเสี่ยงที่คุกคามสุขภาวะ และยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน ในแผนย่อยการจัดการมลพิษที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสารเคมีทางการเกษตรทั้งระบบให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2565 ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป้าหมายที่ 3 สร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดมลพิษ และลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและระบบนิเวศ

- แผนยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 ปี 2560 - 2564 ยุทธศาสตร์ที่ 1 ป้องกันและลดปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพ

2.3.2 ดัชนีย่อยสุขาภิบาลและน้ำดื่ม (Sanitation & Drinking Water)

การจัดการสุขาภิบาล และน้ำดื่มปลอดภัย เป็นส่วนสำคัญที่สนับสนุนในด้านสาธารณสุข และการพัฒนาอย่างยั่งยืน จากข้อมูลของ WHO รายงานว่า ในทั่วโลกนั้นประมาณ 800 ล้านคน ที่ไม่สามารถเข้าถึงน้ำดื่มสะอาด และประมาณ 2 พันล้านคน ไม่สามารถเข้าถึงสุขาภิบาลที่ถูกสุขลักษณะได้⁴ การบริโภคน้ำดื่มที่ไม่สะอาด และสุขอนามัยที่ไม่ดี ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ อาทิ โรคท้องเสีย (Diarrhea) โรคใช้รากสาदन้อย หรือไทฟอยด์ (Typhoid) และโรคอหิวาตกโรค (Cholera) เป็นต้น ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม (Environmental Performance Index: EPI) ปี 2020 ได้กำหนดตัวชี้วัดสำหรับดัชนีย่อยด้านสุขาภิบาลและน้ำดื่มจากการติดตามจำนวนผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตจากการได้รับการสุขาภิบาลที่ไม่ถูกสุขลักษณะ และการบริโภคน้ำดื่มไม่สะอาด โดยกำหนดเป็น 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ สุขาภิบาลที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe sanitation) และน้ำดื่มไม่ปลอดภัย (Unsafe drinking water) โดยมีรายละเอียดของตัวชี้วัด ดังนี้

(1) ตัวชี้วัดสุขาภิบาลไม่ปลอดภัย (Unsafe sanitation)**กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด**

สุขาภิบาลที่ไม่ปลอดภัย หรือไม่ถูกสุขลักษณะ หมายถึงการใช้ห้องน้ำที่ไม่มีระบบสาธารณสุขเพียงพอ หรือห้องน้ำที่ไม่มีระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลอย่างถูกสุขลักษณะ ในการประเมินค่าตัวชี้วัดสุขาภิบาลที่ไม่ถูกสุขลักษณะนั้น มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียได้กำหนดให้ใช้ดัชนีภาวะโรคหรือค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการใช้ห้องน้ำและระบบจัดการสิ่งปฏิกูลที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ต่อประชากร 100,000 คน โดยอ้างอิงข้อมูล DALY จากข้อมูลภาระโรคทั่วโลก (Global Burden of Disease: GBD) ตามผลการศึกษาของ Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) เพื่อประเมินระดับคะแนนของตัวชี้วัด ทั้งนี้ IHME ได้ทำการศึกษาภาระโรคอันเนื่องมาจากการใช้สุขาภิบาลที่ไม่ถูกสุขลักษณะของ 195 ประเทศ ระหว่างปี ค.ศ. 1990 - 2019 โดยทำการประเมินความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative risk) และระดับความเสี่ยงของการเกิดโรค 3 โรคอันประกอบด้วย โรคท้องร่วง โรคใช้รากสาदन้อย และโรคใช้พาราไทฟอยด์ อันเนื่องมาจากการมีสุขอนามัยที่ไม่ปลอดภัย โดยอาศัยการเก็บข้อมูลตามหลักการทดลองแบบสุ่มแบบมีกลุ่มควบคุม “Randomized control trial” ซึ่งเป็นรูปแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์แบบหนึ่งสำหรับงานวิจัยทางการแพทย์ โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจครัวเรือน ข้อมูลสำมะโนประชากร ข้อมูลดาวเทียม ร่วมกับข้อมูลจากการวิจัยต่าง ๆ จากนั้นจึงนำข้อมูล DALYs ของ IHME

⁴ UNICEF & WHO 2019

ซึ่งรายงานค่า DALYs อันเนื่องมาจากการมีสุขาภิบาลที่ไม่ถูกสุขลักษณะของประเทศไทย ณ ปี ค.ศ. 2019 ที่ 10.95 ต่อ 100,000 คน ปีสุขภาวะ มาทำการปรับค่า (transformation) โดยใช้ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (ln) ซึ่งค่าที่ 1st percentile (best) อยู่ที่ 0.479 และค่าที่ 99th percentile (worst) อยู่ที่ 8.398 ได้ระดับคะแนนที่ 75.8

ผลการประเมิน EPI+

การประเมินค่าตัวชี้วัดสุขาภิบาลไม่ปลอดภัย (Unsafe Sanitation: USD) ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย นั้น ประเมินจากค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการสัมผัสหรือใช้ห้องน้ำที่ไม่มีสาธารณสุขปกคที่ ถูกสุขลักษณะเพียงพอ ต่อประชากร 100,000 คน ทั้งนี้จากการศึกษา และรวบรวมข้อมูลพบว่าประเทศไทย ยังไม่มีการประเมินภาระโรคอันเนื่องมาจากการสุขาภิบาลที่ไม่ถูกสุขลักษณะ โดยกำลังอยู่ระหว่างการศึกษา ตามแผนงานการพัฒนาดัชนีภาวะทางสุขภาพเพื่อการพัฒนาไทย (BOD Thailand) ภายใต้สำนักงาน พัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ (International Health Policy Programme: IHPP) กระทรวง สาธารณสุข ดังนั้น ผลการประเมิน EPI+ ในครั้งนี้ จึงใช้ค่า DALYs จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดสุขอนามัยไม่ปลอดภัย ในปี ค.ศ. 2019 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง ซึ่งระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่า เท่ากับ 75.8 โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ตั้งสรุปในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการประเมินตัวชี้วัดสุขาภิบาลไม่ปลอดภัย

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
75.8 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	75.8 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	-
ข้อมูลปี	2019		ข้อมูลปี	2019		

(2) ตัวชี้วัดน้ำดื่มไม่ปลอดภัย (Unsafe drinking water)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การประเมินค่าตัวชี้วัดน้ำดื่มไม่ปลอดภัยหรือไม่สะอาดนั้น ทางมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียพิจารณาในมุมมองของการรับสัมผัสน้ำดื่มที่ไม่ปลอดภัยที่ต่ำที่สุด (Minimum exposure of unsafe drinking water) โดยกำหนดให้น้ำดื่มที่ปลอดภัยคือ คริวเรือนที่สามารถเข้าถึงน้ำประปาหรือคริวเรือนที่ใช้น้ำที่ผ่านการต้มหรือกรองก่อนการบริโภค ทั้งนี้ ใช้ค่าดัชนีภาระโรคหรือค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการสัมผัสหรือดื่มน้ำที่ไม่ปลอดภัย ต่อประชากร 100,000 คน เป็นตัวแทนในการประเมินระดับคะแนน โดยอ้างอิงจากข้อมูลภาระโรคทั่วโลก (Global Burden of Disease: GBD) ตามการศึกษาของ Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) โดยทำการประเมินความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative risk) และระดับความเสี่ยงของการเกิดโรคอันเนื่องมาจากการได้รับน้ำดื่มที่ไม่ปลอดภัย เช่นเดียวกับที่ดำเนินการสำหรับตัวชี้วัดสุขาภิบาลไม่ปลอดภัย โดยจากข้อมูลของ IHME รายงานค่า DALYs อันเนื่องมาจากการใช้น้ำดื่มไม่ปลอดภัยของประเทศไทย ณ ปี ค.ศ. 2019 ที่ 211.33 ต่อ 100,000 คน

ซึ่งเมื่อทำการปรับค่า (transformation) โดยใช้ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (ln) ซึ่งค่าที่ 1st percentile (best) อยู่ที่ 0.858 และค่าที่ 99th percentile (worst) อยู่ที่ 8.681 ได้ระดับคะแนนที่ 42.5 คะแนน

ผลการประเมิน EPI+

การประเมินค่าตัวชี้วัดน้ำดื่มไม่ปลอดภัย ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย นั้น ประเมินจากค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการดื่มน้ำที่ไม่สะอาด ต่อประชากร 100,000 คน ทั้งนี้ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าในประเทศไทย ยังไม่มีการประเมินภาระโรคอันเนื่องมาจากการดื่มน้ำที่ไม่สะอาด โดยกำลังอยู่ระหว่างการศึกษิตตามแผนงาน การพัฒนาดัชนีภาระทางสุขภาพเพื่อการพัฒนา นโยบาย (BOD Thailand) ภายใต้สำนักงานพัฒนานโยบาย สุขภาพระหว่างประเทศ (International Health Policy Programme: IHPP) กระทรวงสาธารณสุข ดังนั้น ผลการประเมิน EPI+ ในครั้งนี้ จึงใช้ค่า DALYs จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดน้ำดื่มไม่ปลอดภัย ในปี ค.ศ. 2019 เนื่องจากหากมีการนำเสนอดัชนีค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง ซึ่งระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 42.5 โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูล และแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังสรุปในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการประเมินตัวชี้วัดน้ำดื่มไม่ปลอดภัย

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
42.5 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	42.5 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	-
ข้อมูลปี	2019		ข้อมูลปี	2019		

(3) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยสุขภาพและน้ำดื่มกับนโยบายและแผนของประเทศ

- ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ประเด็นที่ 13 การเสริมสร้างให้คนไทยมีสุขภาพที่ดี ในแผนแม่บทย่อยการสร้างความรู้ด้านสุขภาพและการป้องกันและควบคุมปัจจัยเสี่ยงที่คุกคามสุขภาพ

- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2565 ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป้าหมายที่ 2 สร้างความมั่นคงด้านน้ำ และบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินให้มีประสิทธิภาพ ตัวชี้วัด 2.1 มีระบบประปาหมู่บ้านครบทุกหมู่บ้าน และยุทธศาสตร์ที่ 7 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ เป้าหมายที่ 6 การพัฒนาด้านสาธารณสุขการ (น้ำประปา) ตัวชี้วัด 6.1 จำนวนครัวเรือนในเขตนครหลวงได้รับบริการน้ำประปาร้อยละ 100 ภายในปี 2561 และจำนวนครัวเรือนในเขตภูมิภาค/เทศบาลได้รับบริการน้ำประปาครอบคลุมมากกว่าร้อยละ 80 ในปี 2564 และตัวชี้วัด 6.2 จำนวนหมู่บ้านทั่วประเทศได้รับบริการน้ำสะอาดร้อยละ 100 ในปี 2564

- แผนยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 ปี 2560 - 2564 ยุทธศาสตร์ที่ 1 ป้องกันและลดปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพ

2.3.3 ดัชนีย่อยโลหะหนัก (Heavy metal)

การจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียในช่วงปี พ.ศ. 2549 - 2557 (ค.ศ. 2006 - 2014) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพโดยเน้นไปในตัวชี้วัดด้านการเสียชีวิตก่อนวันอันควรในเด็ก (Child Mortality) และภาวะโรคที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Environmental burden of disease) ต่อมาในปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ได้ใช้ตัวชี้วัดเกี่ยวกับความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Risk Exposure) และในปี พ.ศ. 2561 - 2563 (ค.ศ. 2018 - 2020) ได้ใช้ตัวชี้วัดด้านการสัมผัสผัสดตะกั่ว โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ตัวชี้วัดการสัมผัสผัสดตะกั่ว (Lead exposure)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

ตัวชี้วัดด้านการสัมผัสผัสดตะกั่ว มีคำจำกัดความหมายถึง การสัมผัสสารตะกั่ว โดยใช้ภาวะโรคเป็นการวัดความสูญเสียทางสุขภาพในหน่วยของปีสุขภาวะที่สูญเสียที่ได้รับการปรับอายุต่อประชากรแสนคน (DALY) ซึ่งข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลการสัมผัสสารตะกั่ว โดยใช้ภาวะโรคเป็นการวัดความสูญเสียทางสุขภาพในหน่วยของปีสุขภาวะที่สูญเสียที่ได้รับการปรับอายุต่อประชากรแสนคน (The number of age-standardized disability-adjusted life-years lost per 100,000 persons (DALY rate)) โดยใช้แหล่งข้อมูลจาก Institute for Health Metrics and Evaluation ในปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) และนำข้อมูล DALY ที่ได้มาทำการปรับค่า (transformation) โดยใช้ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (ln) ซึ่งค่าที่ 1st percentile (best) อยู่ที่ 3.1494 และค่าที่ 99th percentile (worst) อยู่ที่ 7.2369

ผลการประเมิน EPI+

การประเมินค่าตัวชี้วัดการสัมผัสผัสดตะกั่ว ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย นั้น ประเมินจากค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) อันเนื่องมาจากการสัมผัสผัสดตะกั่ว ต่อประชากร 100,000 คน ทั้งนี้ จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลรวมทั้งหารือร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ พบว่า ประเทศไทยยังไม่มีผลการประเมินภาวะโรคอันเนื่องมาจากการสัมผัสผัสดตะกั่ว ดังนั้น ผลการประเมิน EPI+ ในครั้งนี้ จึงใช้ค่า DALYs จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดการสัมผัสผัสดตะกั่ว ในปี ค.ศ. 2019 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง ซึ่งระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 81.6 โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังสรุปในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการประเมินตัวชี้วัดการสัมผัสผัสดตะกั่ว

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
81.6 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	81.6 คะแนน	DALY	Institute for Health Metrics and Evaluation	-
ข้อมูลปี	2019		ข้อมูลปี	2019		

(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยโลหะหนักกับนโยบายและแผนของประเทศ

- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน แผนย่อยการจัดการมลพิษที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสารเคมีทางการเกษตรทั้งระบบให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

- แผนยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 ปี 2560 - 2564

2.3.4 ดัชนีย่อยการจัดการของเสีย (Waste management)

ดัชนีย่อยการจัดการของเสีย ได้ถูกเพิ่มเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดของ EPI Yale & Columbia 2020 เป็นครั้งแรก และไม่ได้ใช้ข้อมูล DALY เหมือนดัชนีย่อยในด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมตัวอื่น ๆ ซึ่งในดัชนีย่อยนี้ประกอบด้วยตัวชี้วัด 1 ตัว คือ ตัวชี้วัดการจัดการขยะชุมชน

(1) ตัวชี้วัดการจัดการขยะชุมชน (Controlled solid waste)**กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด**

ตัวชี้วัดการจัดการขยะชุมชน มีคำจำกัดความหมายถึง ปริมาณขยะชุมชนที่ได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ต่อปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในประเทศทั้งหมด โดยเป็นปริมาณขยะชุมชนที่เกิดจากบ้านเรือนและร้านค้า ไม่เกี่ยวข้องกับขยะในภาคอุตสาหกรรม ที่ได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ได้แก่ Anaerobic digestion (i1) Compost (i2) Sanitary landfill with gas capture (i3) Incineration (i4) Recycling (i5) Controlled landfill (i6) และ Unspecific landfill (i7) ต่อปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด (SWG) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$MSW = \frac{\sum_{i=1}^5 SW_i + 0.8SW_{i=6} + 0.8 SW_{i=7}}{SWG}$$

การคำนวณ EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2557 - 2558 (ค.ศ. 2014 - 2015) โดยชุดข้อมูลที่น่ามาคำนวณค่าของประเทศไทยเป็นข้อมูลจากวารสารทางวิชาการ ได้แก่

- ข้อมูลประสิทธิภาพการจับเก็บขยะ จาก Wiedinmyer, C., Yokelson, R. J., & Gullett, B. K. (2014). Global Emissions of Trace Gases, Particulate Matter, and Hazardous Air Pollutants from Open Burning of Domestic Waste. *Environmental Science & Technology*, 48(16), 9523–9530. <https://doi.org/10.1021/es502250z>

- ข้อมูลปริมาณขยะและ fate ของการจัดการขยะ จาก What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 ที่ได้ปริมาณขยะ จากกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) และ fate ของขยะ จาก Rotchana Intharathirat and P Abdul Salam ปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้อัตราส่วนระบบสารสนเทศด้านการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ เพื่อเป็นฐานข้อมูลของประเทศไทย โดยใช้ชุดข้อมูลของปีปัจจุบันคือ ปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) โดยมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 10 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล EPI Yale & Columbia 2020 พบว่า การนำข้อมูลของประเทศไปคำนวณตามสมการข้างต้น จะได้ค่าคะแนน EPI+ 67.1 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้ 32.9 คะแนน

โดยมีค่าความแตกต่างที่ +34.2 คะแนน ซึ่งเป็นผลมาจากชุดข้อมูลของประเทศไทยมีความเป็นปัจจุบันมากกว่า

ตารางที่ 10 ผลการประเมินตัวชี้วัดการจัดการขยะชุมชน

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
32.9 คะแนน	ข้อมูลการจัดเก็บขยะ และปริมาณขยะ	วารสารทางวิชาการ	67.1 คะแนน	ระบบสารสนเทศด้านการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน	กรมควบคุมมลพิษ	+ 34.2 คะแนน
ข้อมูลปี	2014 - 2015		ข้อมูลปี	2020		

(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยการจัดการของเสียกับนโยบายและแผนของประเทศ

- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน แผนย่อยการจัดการมลพิษที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสารเคมีทางการเกษตรทั้งระบบให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล ในการกำจัดมูลฝอย มูลฝอยติดเชื้อ ของเสียอันตราย สารเคมีในภาคการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) เป้าหมายที่ 3 การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำและยั่งยืน เพื่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษลดลง และประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี ตัวชี้วัดที่ 3.3 ปริมาณขยะต่อหัวในปี 2570 ลดลงจากปี 2560 ร้อยละ 10

- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2580 นโยบายหลักสร้างการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อความมั่นคงและยั่งยืน ตัวชี้วัดสัดส่วนการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพิ่มขึ้น และปริมาณขยะที่เข้าระบบกำจัดขั้นสุดท้ายลดลง

- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 เป้าหมาย SCP 4 บรรลุเรื่องการจัดการสารเคมีและของเสียทุกชนิดตลอดวงจรชีวิตของสิ่งเหล่านั้น ด้วยวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามกรอบความร่วมมือระหว่างประเทศที่ตกลงกันแล้วและลดการปลดปล่อยสิ่งเหล่านั้นออกสู่อากาศ น้ำ และดิน เพื่อลดผลกระทบทางลบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุดภายในปี พ.ศ. 2580 SCP 4.b ดัชนีประสิทธิภาพการจัดการขยะ ตัวชี้วัดดัชนีประสิทธิภาพการจัดการขยะดีขึ้นทุกปี ไปจนถึงปี พ.ศ. 2580 และเป้าหมาย SCP 5 บรรลุการจัดการของเสียและขยะจากการบริโภคที่มีประสิทธิภาพลดการเกิดของเสียโดยให้มีการป้องกัน การลดปริมาณ การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ ภายในปี พ.ศ. 2580 SCP 5.a อัตราการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ (Recycling rate) ของประเทศ จำนวนตันของวัสดุที่ถูกรีไซเคิล ตัวชี้วัดภายในปี พ.ศ. 2580 อัตราการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ (Recycling rate) ของประเทศต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของปริมาณขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ และ SCP 5.b อัตราการเกิดขยะต่อคนต่อปี

- แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ ในปี 2559 - 2564 โดยมีค่าเป้าหมายดังแสดงในตารางที่ 11

- เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 11 ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิคุ้มกันและยั่งยืน (Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable) ข้อ 11.6.1 สัดส่วนของขยะมูลฝอย (MSW) ที่มีการจัดเก็บและจัดการ

ในสถานที่ที่มีการควบคุม ต่อปริมาณขยะมูลฝอยรวม มีเป้าหมายที่ ลดผลกระทบทางลบของเมืองต่อสิ่งแวดล้อมต่อหัวประชากรรวมถึงการให้ความสำคัญกับคุณภาพอากาศและการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอื่น ๆ ภายในปี พ.ศ. 2573

ตารางที่ 11 เป้าหมายรายปีของแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 - 2564)

เป้าหมาย	ปี พ.ศ. /ค่าเป้าหมาย (ร้อยละ)					
	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ขยะมูลฝอยชุมชนได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ไม่น้อยกว่า	50	55	60	65	70	75
ขยะมูลฝอยตกค้างได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ	75	85	95	100	100	100
ของเสียอันตรายชุมชนได้รับการรวบรวมและส่งไปกำจัดถูกต้องตามหลักวิชาการ ไม่น้อยกว่า	5	10	15	20	25	30
มูลฝอยติดเชื้อได้รับการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ	80	85	90	95	100	100
องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีการคัดแยกขยะมูลฝอยและของเสียอันตรายชุมชนที่ต้นทาง	5	10	20	30	40	50

ประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality)

2.3.5 ดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย (Biodiversity & Habitat)

การจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม โดยมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ได้มีการปรับเปลี่ยนตัวชี้วัดในดัชนีด้านความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย ในทุกการรายงานค่าคะแนนแต่ละปี ซึ่งในการดำเนินงานของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้แบ่งการประเมินผลดัชนีย่อยนี้ออกเป็น 7 ตัวชี้วัด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ตัวชี้วัดการปกป้องชีวนิเวศบกระดับชาติ (Terrestrial biome protection - national weight)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การปกป้องชีวนิเวศบกระดับชาติ มีคำจำกัดความหมายถึง การปกป้องแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีลักษณะเฉพาะทางนิเวศวิทยาอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งมีการจำแนกเป็น 14 ประเภทที่มีความสำคัญและ 15 เขตภูมินิเวศ โดยสำหรับประเทศไทย ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ชีวนิเวศบกจะพิจารณาจากพื้นที่ 3 ประเภท ได้แก่ (1) พื้นที่ป่าใบกว้างเขตร้อนและกึ่งร้อนชื้น (Tropical & Subtropical Moist Broadleaf Forests) ได้แก่ พื้นที่ป่าดิบชื้น (evergreen forest) พื้นที่ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) และพื้นที่ป่าดิบเขา (hill evergreen forest) (2) พื้นที่ป่าใบกว้างเขตร้อนและกึ่งร้อนแล้ง (Tropical & Subtropical Dry Broadleaf Forests) ได้แก่ พื้นที่ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) และพื้นที่ป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) และ (3) พื้นที่ป่าชายเลน (Mangroves) คะแนนมีค่าตั้งแต่ 0 - 100% ถ้าได้คะแนน 100 บ่งชี้ว่าประเทศนั้นได้ปกป้องอย่างน้อย 17% (best performance) ของชีวนิเวศบกแต่ละประเภท โดยมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$w_{bc} = \frac{TEW_{bc}}{\sum_b TEW_{bc}}$$

$$TBN_c = \sum_b [w_{bc} \times ICT_{bc}] \times 100$$

ข้อมูลในการคำนวณจาก World Database on Protected Areas (WDPA) เป็นชุดข้อมูลในปี ค.ศ. 2010 - 2020 ดังนี้

- ข้อมูล TEW เป็นพื้นที่ชีวนิเวศบกที่มีอยู่ในประเทศ ซึ่งข้อมูลปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) มีพื้นที่ชีวนิเวศบกทั้ง 3 ประเภทเท่ากับ 517,030.31 ตารางกิโลเมตร

- ข้อมูล TPA เป็นพื้นที่ชีวนิเวศที่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ หรือพื้นที่คุ้มครอง (Protected area) ตามนิยามของ IUCN ซึ่งข้อมูลปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) มีพื้นที่ชีวนิเวศบกทั้ง 3 ประเภทเท่ากับ 96,325.31 ตารางกิโลเมตร

เมื่อแทนค่าในสมการและประเมินค่าคะแนน พบว่า EPI Yale & Columbia 2020 มีค่าคะแนนเท่ากับ 76.7 คะแนน

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลพื้นที่ป่าประเภทต่าง ๆ จากกรมป่าไม้ (ข้อมูลล่าสุดปี พ.ศ. 2563) และรายงานความก้าวหน้ารายสองปี (Biennial Update Report (BUR) ฉบับที่ 3 ข้อมูลพื้นที่อนุรักษ์จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (ข้อมูลล่าสุดปี พ.ศ. 2563) และพื้นที่คุ้มครองทางทะเล เป็นข้อมูลจากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ข้อมูลล่าสุดปี พ.ศ. 2563) ซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 - 2563 (ค.ศ. 2011 - 2020) ดังนี้

- ข้อมูล TEW เป็นพื้นที่ชีวนิเวศบกที่มีอยู่ในประเทศ ซึ่งข้อมูลปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) มีพื้นที่ชีวนิเวศบกทั้ง 3 ประเภทเท่ากับ 155,609.94 ตารางกิโลเมตร

- ข้อมูล TPA เป็นพื้นที่ชีวนิเวศที่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ หรือพื้นที่คุ้มครอง (Protected area) ตามนิยามกฎหมายพื้นที่อนุรักษ์ของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลปี ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) มีพื้นที่ชีวนิเวศบกทั้ง 3 ประเภทเท่ากับ 103,152.61 ตารางกิโลเมตร

เมื่อนำมาคำนวณค่าคะแนนโดยแทนค่าในสมการ พบว่า EPI+ มีค่า 100 คะแนน ซึ่งมากกว่า EPI Yale & Columbia 2020 ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการประเมินตัวชี้วัดการปกป้องชีวนิเวศระดับชาติ

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
76.7 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ชีวนิเวศบก	World Database on Protected Areas	100 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ชีวนิเวศบก	- กรมป่าไม้ - กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	+23.3 คะแนน
ข้อมูลปี	2000 - 2020		ข้อมูลปี	2011 - 2020		
หมายเหตุ	ข้อมูลพื้นที่คุ้มครองของ Yale & Columbia ใช้ของปี 2553 แต่ของไทยใช้ข้อมูลปี 2563 นอกจากนี้ข้อมูลพื้นที่ชีวนิเวศบกทั้ง 3 ประเภทของ WDPA มีค่าสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 99 ของพื้นที่ประเทศไทย					

(2) ตัวชี้วัดการปกป้องชีวนิเวศระดับโลก (Terrestrial Biome Protection - global weight)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การปกป้องชีวนิเวศระดับโลก มีคำจำกัดความหมายถึง การปกป้องแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีลักษณะเฉพาะทางนิเวศวิทยาอย่างเต็มรูปแบบ โดยข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ชีวนิเวศบกพิจารณาจากพื้นที่ 3 ประเภท ได้แก่ (1) พื้นที่ป่าใบกว้างเขตร้อนและกึ่งร้อนชื้น (Tropical & Subtropical Moist Broadleaf Forests) ได้แก่ พื้นที่ป่าดิบชื้น (evergreen forest) พื้นที่ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) และพื้นที่ป่าดิบเขา (hill evergreen forest) (2) พื้นที่ป่าใบกว้างเขตร้อนและกึ่งร้อนแล้ง (Tropical & Subtropical Dry Broadleaf Forests) ได้แก่ พื้นที่ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) และพื้นที่ป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) และ (3) พื้นที่ป่าชายเลน (Mangroves) โดยมีการถ่วงน้ำหนักตามสัดส่วนพื้นที่ที่ปรากฏของแต่ละชีวนิเวศบกในระดับโลกและพื้นที่ชีวนิเวศบกที่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ ถ้าได้คะแนน 100 บ่งชี้ว่าประเทศนั้นได้ปกป้องอย่างน้อย 17% ของไบโอมแต่ละประเภท โดยมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$w_{bc} = \frac{[TEW_{bc}]}{[\sum_c TEW_{bc}]} / \frac{[TEW_{bc}]}{[\sum_b \sum_c TEW_{bc}]}$$

$$TBG_c = \sum_b [w_{bc} \times ICT_{bc}]$$

ข้อมูลในการคำนวณจาก World Database on Protected Areas โดยเป็นชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2553 - 2563 (ค.ศ. 2010 - 2020) เมื่อแทนค่าในสมการ และประเมินค่าคะแนน พบว่า EPI Yale & Columbia 2020 ได้คะแนน 59.1 คะแนน

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลจากกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 - 2563 (ค.ศ. 2011 - 2020) มาคำนวณค่าคะแนน พบว่า EPI+ ได้ 100 คะแนน ซึ่งมากกว่า EPI Yale & Columbia 2020 ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการประเมินตัวชี้วัดการปกป้องชีวนิเวศระดับโลก

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
59.1 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ชีวนิเวศบก	World Database on Protected Areas	100 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ชีวนิเวศบก	- กรมป่าไม้ - กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	+40.9 คะแนน
ข้อมูลปี	2000 - 2020		ข้อมูลปี	2011 - 2020		
หมายเหตุ	ข้อมูลพื้นที่คุ้มครองของทาง Yale & Columbia ใช้ประเทศของปี 2553 แต่ของไทยใช้ข้อมูลปี 2563					

(3) ตัวชี้วัดพื้นที่คุ้มครองทางทะเล (Marine protected areas)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

พื้นที่คุ้มครองทางทะเลได้ถูกนิยามและให้คำจำกัดความโดยหลายภาคส่วน เพื่อมุ่งวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อประโยชน์สูงสุดในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง หนึ่งในคำจำกัดความที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือคำจำกัดความของ Kelleher และ Kenchington (1992) ซึ่งระบุไว้ว่า “Any area of intertidal or subtidal terrain, together with its overlying water and associated flora, fauna, historical and cultural features, which has been reserved by law or other effective means to protect part or all of the enclosed environment” (Kelleher & Kenchington, 1992)

อย่างไรก็ตาม หลังจากที่ได้มีการกำหนดคำนิยามของพื้นที่คุ้มครองใหม่โดย IUCN ในปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ. 2008) เพื่อให้การจำแนกประเภทของพื้นที่คุ้มครองทางทะเลสามารถใช้แนวทางการจำแนกได้เช่นเดียวกับพื้นที่คุ้มครองทั่วไป IUCN จึงได้มีการจัดทำคณะกรรมการเพื่ออธิบาย และตีความ เพื่อให้ครอบคลุมองค์ประกอบในส่วนของพื้นที่คุ้มครองทางทะเลและนำเสนอเพิ่มเติมในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) คำจำกัดความของพื้นที่คุ้มครองทางทะเลจึงสามารถใช้ร่วมกันได้กับคำจำกัดความรวมของพื้นที่คุ้มครองทั่วไป โดยหมายถึง “พื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่มีขอบเขตชัดเจน เป็นที่ยอมรับ ถูกจัดตั้งขึ้นและมีการจัดการที่อยู่บนฐานของกฎหมายหรือวิธีการอื่นใดที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการอนุรักษ์ธรรมชาติในระยะยาว และสอดคล้องกับการให้บริการของระบบนิเวศและคุณค่าทางวัฒนธรรม”

สมการในการคำนวณค่าพื้นที่คุ้มครองทางทะเล

$$MPA = \frac{\sum AMP_i}{\sum EEZ_j} \times 100$$

การคำนวณใช้ข้อมูลจาก World Database on Protected Areas และพื้นที่เขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศไทย เมื่อแทนค่าในสมการ และประเมินค่าคะแนน พบว่า EPI Yale & Columbia 2020 มีคะแนน 16.9 คะแนน

พื้นที่คุ้มครองทางทะเลของประเทศไทยในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นลักษณะของการบริหารงานโดยภาครัฐ เนื่องจากรัฐมีหน้าที่ที่ต้องอนุรักษ์ คุ้มครอง บำรุงรักษา พื้นฟู บริหารจัดการ และใช้หรือจัดให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพ ให้เกิดประโยชน์อย่างสมดุล และยั่งยืน โดยต้องให้ประชาชนและชุมชนในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมดำเนินการ และได้รับประโยชน์ โดยสามารถแบ่งประเภทพื้นที่คุ้มครองทางทะเลออกได้เป็น 6 ประเภท คืออุทยานแห่งชาติทางทะเล เขตห้ามล่าสัตว์ป่า พื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม พื้นที่สงวนชีวมณฑล ที่รักษาพันธุ์สัตว์น้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ ทั้งนี้กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง โดยกองอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลได้ทำการรวบรวมขอบเขตของพื้นที่แต่ละแห่งและจัดทำเป็นฐานข้อมูลพื้นที่ทางทะเลของประเทศไทยทั้งหมด ตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14 พื้นที่คุ้มครองทางทะเลของประเทศไทย

พื้นที่คุ้มครองปัจจุบัน	จำนวนพื้นที่	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม.)	พื้นที่ทางทะเล (ตร.กม.)
1. อุทยานแห่งชาติทางทะเล	23	6,549	5,376
2. เขตห้ามล่าสัตว์ป่า	3	548	280
3. พื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม	6	11,256	10,369
4. พื้นที่สงวนชีวมณฑล	1	305	117
5. ที่รักษาพันธุ์สัตว์น้ำ	56	194.91	194.91
6. พื้นที่ชุ่มน้ำ	9	3,056	1,727
รวม	99	21,908.91	18,063.91
หักพื้นที่ทับซ้อนกันเอง			2,696
คงเหลือ			15,367.91

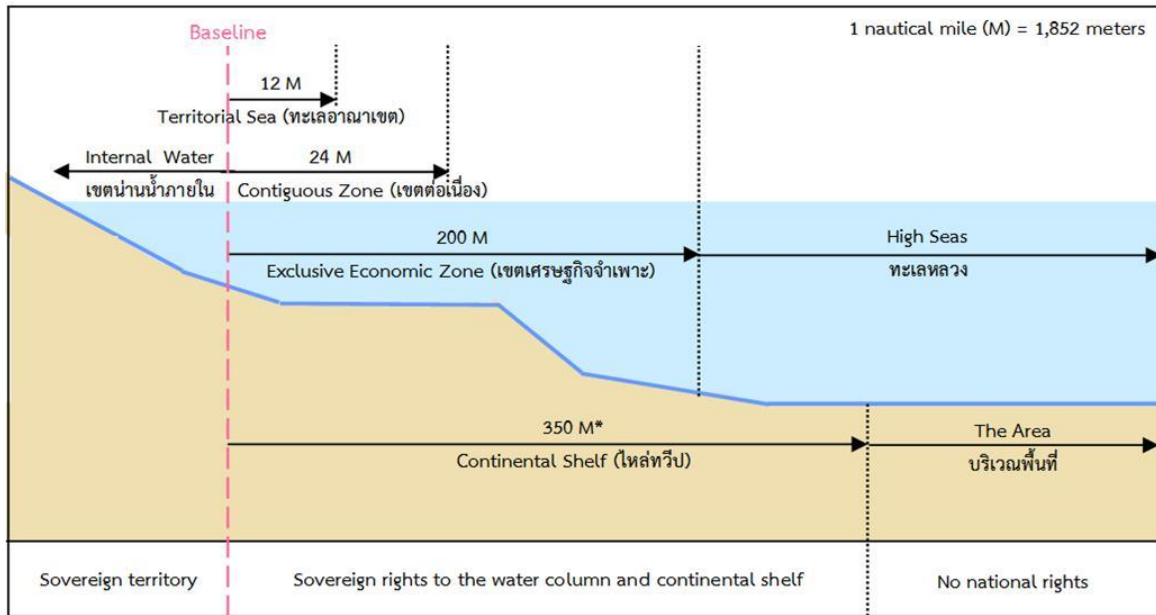
หมายเหตุ: ข้อมูลที่ได้เป็นการระบุพื้นที่โดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง โดยพื้นที่ในลำดับที่ 5 (ที่รักษาพืชพันธุ์) บางแห่ง ไม่มีการระบุขอบเขตที่ชัดเจนและไม่สามารถกำหนด shapefile สำหรับโปรแกรม GIS ได้

เมื่อพิจารณาจากสูตรการคำนวณ ค่าผลรวมของพื้นที่คุ้มครองทางทะเลทั้งหมดของประเทศไทยคือ การรวมค่าพื้นที่ทั้งหมด 6 ประเภทเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตาม บางพื้นที่มีอาณาเขตที่ทับซ้อนอยู่กับบริเวณอื่น จึงจำเป็นต้องมีการหักพื้นที่ที่ทับซ้อนกันออกเพื่อไม่ให้เกิดการนับซ้ำ นอกจากนี้ เพื่อให้ได้ผลรวมที่แท้จริงจึงจำเป็นต้องมีการหักพื้นที่ที่ครอบคลุมในส่วนของพื้นที่ทางทะเลที่มีการประกาศล้ำเข้าไปในเขตของแผ่นดินอีกด้วย ค่าตัวเลขผลรวมสุทธิจึงมีค่าเท่ากับ 15,367.91 ตารางกิโลเมตร

ในส่วนของพื้นที่รวมของประเทศไทยที่ถูกลำมาคิด ข้อมูลของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการนำข้อมูลเขตเศรษฐกิจจำเพาะ (Exclusive Economic Zone – EEZ) ซึ่งไม่ตรงกับข้อเท็จจริงด้านพื้นที่ทางทะเลของประเทศไทย เนื่องจาก ขอบเขตพื้นที่ทางทะเลได้อำนาจอธิปไตยของไทยประกอบด้วยพื้นที่ทางทะเลในหลายองค์ประกอบโดยอิงตามหลักคำจำกัดความของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยกฎหมายทะเล ค.ศ. 1982 (The United Nations Convention on the Law of the Sea 1982 - UNCLOS 1982) ทั้งนี้องค์ประกอบต่าง ๆ ประกอบไปด้วย น่านน้ำภายใน (Internal water) ทะเลอาณาเขต (Territorial sea) เขตต่อเนื่อง (Contiguous zone) เขตเศรษฐกิจเฉพาะ (Economic exclusive zone) (ภาพที่ 3)

เขตเศรษฐกิจจำเพาะ คือบริเวณที่นับออกจากเส้นฐานออกไปไม่เกิน 200 ไมล์ทะเล หรือจนกว่าจะประชิดกับเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศอื่น (อนุสัญญาฯ ข้อ 55 และข้อ 57) อย่างไรก็ตาม เส้นฐานที่ประเทศไทยใช้ในการกำหนดเป็นองค์ประกอบระหว่างเส้นฐานปกติ (Normal baseline) และเส้นฐานตรง (Straight baseline) ทำให้ประเทศไทยมีพื้นที่ทางทะเลในส่วนของน่านน้ำภายในอยู่จำนวนหนึ่ง ในการคิดฐานพื้นที่ทางทะเลของประเทศไทยจึงควรพิจารณาจากพื้นที่ทางทะเลทั้งหมด ไม่ใช่เพียงพื้นที่ของเขตเศรษฐกิจจำเพาะเท่านั้น

ทั้งนี้ เขตพื้นที่ทางทะเลของไทยทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 323,488.32 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่น่านน้ำภายใน 61,954.04 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เขตเศรษฐกิจจำเพาะ (พื้นที่นับจากเส้นฐานออกไป 200 ไมล์ทะเลซึ่งซ้อนทับกับทะเลอาณาเขต และเขตต่อเนื่อง) 254,409.06 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่พื้นที่พัฒนาร่วม ไทย - มาเลเซีย (พื้นที่ที่เขตเศรษฐกิจจำเพาะของไทย และมาเลเซีย ซ้อนทับกัน และมีข้อตกลงการใช้ประโยชน์ร่วมกัน) 7,125.22 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 3 ขอบเขตทางทะเล
ที่มา: <http://www.mkh.in.th/>

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้แก่ พื้นที่คุ้มครองทางทะเล และพื้นที่น่านน้ำไทย จากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) มาคำนวณค่าคะแนน พบว่า EPI+ ได้ 47.5 คะแนน ซึ่งมากกว่า EPI Yale & Columbia 2020 ดังแสดงในตารางที่ 15

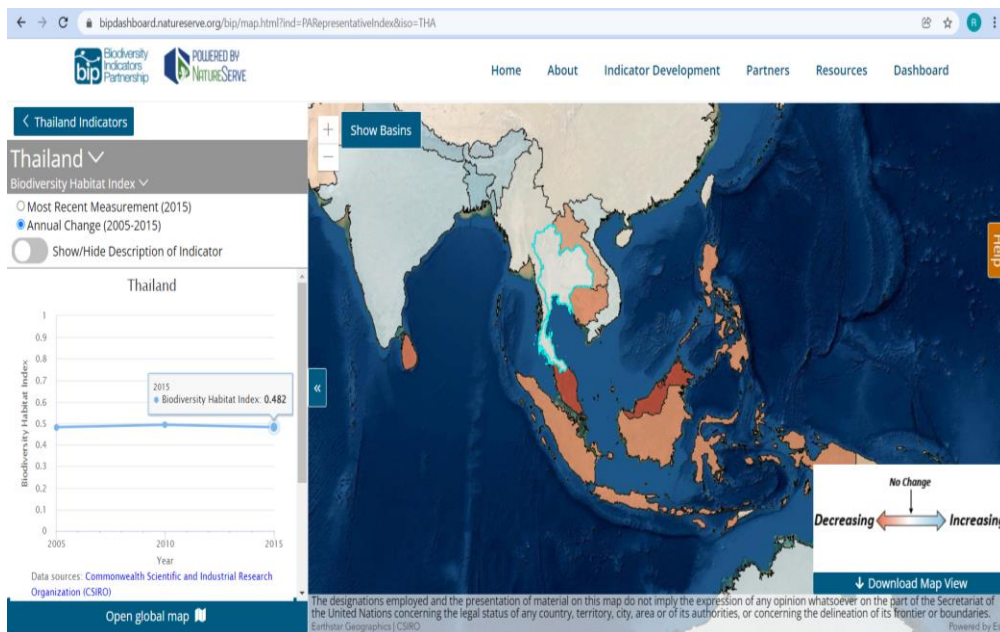
ตารางที่ 15 ผลการประเมินตัวชี้วัดพื้นที่คุ้มครองทางทะเล

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
16.9 คะแนน	พื้นที่คุ้มครองทางทะเล	World Database on Protected Areas	47.5 คะแนน	พื้นที่คุ้มครองทางทะเล และพื้นที่น่านน้ำไทย	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	+30.6 คะแนน
ข้อมูลปี	2015 - 2019		ข้อมูลปี	2020		
หมายเหตุ	ค่าคะแนนเพิ่มขึ้นเนื่องจากข้อมูลอัปเดต และใช้ข้อมูลพื้นที่น่านน้ำไทย					

(4) ตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity Habitat Index) กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

มีคำจำกัดความหมายถึง ประเมินการผลกระทบของการสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยบนบก (Habitat loss) ความเสื่อมโทรมของถิ่นอาศัย (Degradation) และการที่ถิ่นอาศัยกระจัดกระจาย ถูกแบ่งแยกย่อย

(Fragmentation) ต่อความหลากหลายทางชีวภาพบนบก (คะแนน 48.2/100) คะแนน 100 บ่งชี้ว่าประเทศหนึ่งไม่มีการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยหรือความเสื่อมโทรม และคะแนน 0 หมายถึงการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยโดยสมบูรณ์ หน่วยงานที่คำนวณค่าดัชนี ได้แก่ naturereserve.org โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงและความเสื่อมโทรมของแหล่งที่อยู่อาศัยและการกระจายของแหล่งที่อยู่อาศัยของระบบชีวนิเวศบกทุกประเทศ ร่วมกับข้อมูลแหล่งที่ตั้งของชนิดพันธุ์พืช สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลของ NASA's MCD12Q1 dataset และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติร่วมกับ PREDICTS meta-analysis โดยตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ มีกรอบตัวแปรคือ ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิต จากเว็บไซต์ naturereserve.org (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ข้อมูลดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพจากเว็บไซต์ naturereserve.org

ผลการประเมิน EPI+

การประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย นั้น ประเมินโดยใช้ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิตจากเว็บไซต์ naturereserve.org ทั้งนี้ จากการประสานงานไปทางผู้ดูแลเว็บไซต์เพื่อสอบถามถึงชุดข้อมูลที่ใช้และสมการในการคำนวณ พบว่าทางผู้ดูแลเว็บไซต์แจ้งว่าวิธีการคำนวณมีความซับซ้อนมาก และได้อธิบายถึงแนวทางในการดำเนินการว่าใช้การเปลี่ยนแปลงและความเสื่อมโทรมของแหล่งที่อยู่อาศัยและการกระจายของแหล่งที่อยู่อาศัยของระบบชีวนิเวศบก ข้อมูลแหล่งที่ตั้งของชนิดพันธุ์พืช สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลังมาซ้อนทับกัน ซึ่งจากศึกษาและรวบรวมข้อมูลรวมทั้งการหารือร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ พบว่าประเทศไทยยังไม่มี การประเมินดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้น ค่า EPI+ จึงใช้ค่าดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพในปี ค.ศ. 2005 - 2015 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูงซึ่งระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 48.2 โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังแสดงในตารางที่ 16

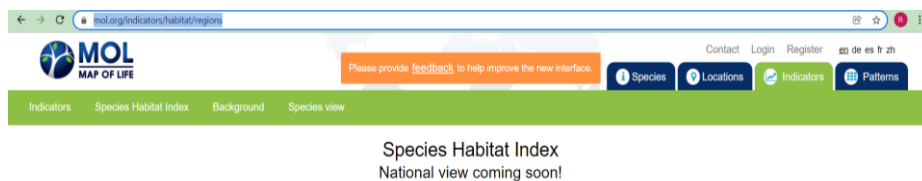
ตารางที่ 16 ผลการประเมินตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
48.2 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิต	naturereserve.org	48.2 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิต	naturereserve.org	-
ข้อมูลปี	2005 - 2015		ข้อมูลปี	2005 - 2015		

(5) ตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ (Species Habitat Index)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

มีคำจำกัดความหมายถึง สัดส่วนของแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในสภาพธรรมชาติ เทียบกับปีพื้นฐานที่ตั้งไว้ในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) (คะแนน 69.9/100) คะแนน 100 บ่งชี้ว่า ประเทศนั้นไม่มีการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยตั้งแต่ปี 2544 และคะแนน 0 หมายถึงการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยในระดับรุนแรง SHI เป็นค่าที่บ่งชี้สำหรับการสูญเสียประชากรของสิ่งมีชีวิตที่อาจเกิดขึ้นและความเสี่ยงในการสูญพันธุ์ของแต่ละสายพันธุ์ โดยข้อมูลดัชนีนี้ได้จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL) ซึ่งมีกรอบตัวแปรคือ ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิต โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดพื้นที่และคุณภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ร่วมกับข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิต วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและโมเดลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ ข้อมูลดัชนีนี้ได้มาจากเว็บไซต์ ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลในปีล่าสุด (2020) ยังไม่เผยแพร่



ภาพที่ 5 ข้อมูลดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL)

ผลการประเมิน EPI+

การประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย นั้น ประเมินโดยใช้ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิต จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL) ทั้งนี้ จากการประสานงานไปทางผู้ดูแลเว็บไซต์ เพื่อสอบถามถึงชุดข้อมูลที่ใช้ และสมการในการคำนวณ พบว่าทางผู้ดูแลเว็บไซต์แจ้งว่าวิธีการคำนวณมีความซับซ้อนมาก และได้อธิบายถึงแนวทางในการดำเนินการว่าใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ความเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ การเปลี่ยนแปลง ความสมบูรณ์ทางนิเวศวิทยา ประชากรของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางพันธุกรรมมาซ้อนทับกัน ซึ่งจากศึกษาและรวบรวมข้อมูล รวมทั้งหารือร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ พบว่าประเทศไทยยังไม่มีผลการประเมิน ดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ ดังนั้น ค่า EPI+ จึงใช้ค่าดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ ในปี ค.ศ. 2001 - 2014 เนื่องจาก หากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง ซึ่งระดับคะแนนของประเทศไทย มีค่าเท่ากับ 69.9 โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังสรุปในตารางที่ 17

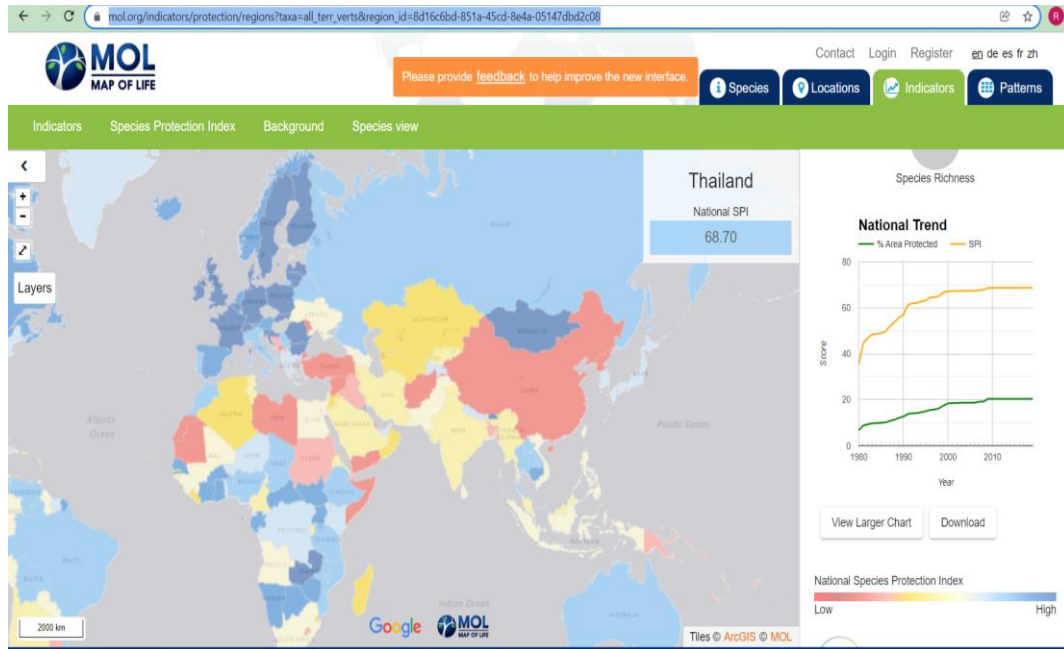
ตารางที่ 17 ผลการประเมินตัวชี้วัดดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
69.9 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัย	Mol.org	69.9 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัย	Mol.org	-
ข้อมูลปี	2001 - 2014		ข้อมูลปี	2001 - 2014		

(6) ตัวชี้วัดดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ (Species Protection Index)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

มีคำจำกัดความหมายถึง พื้นที่คุ้มครองทางบกของประเทศที่ครอบคลุมถิ่นอาศัย ที่พบชนิดพันธุ์ต่าง ๆ (Species's ranges) ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และพันธุ์พืช ได้ดีเพียงใด คะแนน 84.1/100 คะแนน 100 หมายถึง ความครอบคลุมการกระจาย Species's ranges ของทุกชนิดในพื้นที่คุ้มครองของประเทศ และคะแนน 0 หมายถึงพื้นที่คุ้มครองไม่ครอบคลุม โดยข้อมูลดัชนีนี้ได้จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL) ซึ่งมีการปรับตัวแปรคือ ข้อมูลการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลพื้นที่คุ้มครอง โดยใช้ข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิตเทียบกับข้อมูลขอบเขตของพื้นที่คุ้มครองจาก World Database on Protected Area (WDBA) ดังมีผลการคำนวณค่าดัชนีตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ข้อมูลดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL)

ผลการประเมิน EPI+

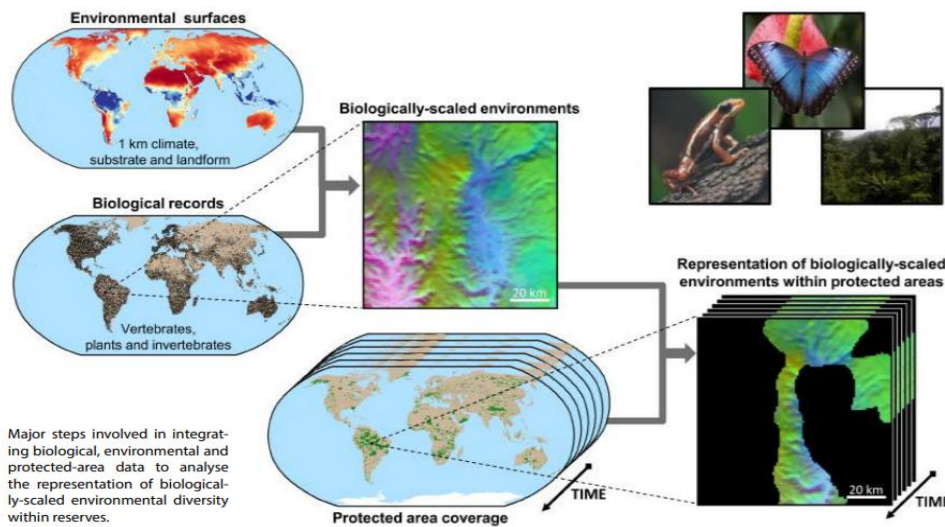
การประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย นั้น ประเมินโดยใช้ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิต จากเว็บไซต์ Map of Life (MOL) ทั้งนี้ จากการประสานงานไปทางผู้ดูแลเว็บไซต์ เพื่อสอบถามถึงชุดข้อมูลที่ใช้ และสมการในการคำนวณ พบว่าทางผู้ดูแลเว็บไซต์แจ้งว่าวิธีการคำนวณมีความซับซ้อนมาก และได้อธิบายถึง แนวทางในการดำเนินการว่าใช้ข้อมูลการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลพื้นที่คุ้มครองมาซ้อนทับกัน ซึ่งจากศึกษาและรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการหารือร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ พบว่าประเทศไทยยังไม่มี การประเมินดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ ดังนั้น ค่า EPI+ จึงใช้ค่าดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์จากการศึกษาของ มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ ปี ค.ศ. 1980 - 2019 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง ซึ่งระดับคะแนนของ ประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 84.1 โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังสรุปในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการประเมินดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
84.1 คะแนน	ข้อมูลการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลพื้นที่คุ้มครอง	Mol.org	84.1 คะแนน	ข้อมูลการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลพื้นที่คุ้มครอง	Mol.org	-
ข้อมูลปี	1980 - 2019		ข้อมูลปี	1980 - 2019		

(7) ตัวชี้วัดดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง (Protected Areas Representativeness Index) กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

มีค่าจำกัดความหมายถึง พื้นที่คุ้มครองทางบกแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศได้ดีเพียงใด (คะแนน 21.8/100) ถ้าคะแนนยิ่งสูง (ใกล้ 100) จะบ่งชี้ว่าพื้นที่คุ้มครองทางบกของประเทศเกือบจะเป็นตัวแทนของความหลากหลายของระบบนิเวศของประเทศได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีกรอบตัวแปรคือ ข้อมูลสิ่งแวดล้อม การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต และพื้นที่คุ้มครอง ซึ่งข้อมูลดัชนีนี้ได้จากเว็บไซต์ naturereserve.org ที่ใช้ข้อมูลพื้นที่คุ้มครองจาก World Database on Protected Area (WDPA) ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม ข้อความตำแหน่งที่ตั้งที่พบสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และพืช (มากกว่า 400,000 ข้อมูล) ร่วมกับข้อมูลการสำรวจระยะไกลของการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินจาก NASA's MODIS โดยมีขั้นตอนการคำนวณค่าดัชนีดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ข้อมูลดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครองจากเว็บไซต์ naturereserve.org

ผลการประเมิน EPI+

การประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย นั้น ประเมินโดยใช้ข้อมูลพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและข้อมูลการกระจายของสิ่งมีชีวิตจากเว็บไซต์ Map of Life (MOL) ทั้งนี้ จากการประสานงานไปทางผู้ดูแลเว็บไซต์ เพื่อสอบถามถึงชุดข้อมูลที่ใช้และสมการในการคำนวณ พบว่าทางผู้ดูแลเว็บไซต์แจ้งว่าวิธีการคำนวณมีความซับซ้อนมาก และได้อธิบายถึงแนวทางในการดำเนินการว่าใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อม การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต และพื้นที่คุ้มครองมาซ้อนทับกัน ซึ่งจากศึกษาและรวบรวมข้อมูล รวมทั้งหารือร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ พบว่า ประเทศไทยยังไม่มี การประเมินดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง ดังนั้น ค่า EPI+ จึงใช้ค่าดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครองจากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ที่ประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง ปี ค.ศ. 2000 - 2016 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง ซึ่งระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 21.8 โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังสรุปในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการประเมินดัชนีดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
21.8 คะแนน	ข้อมูลการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลพื้นที่คุ้มครอง	naturereserve.org	21.8 คะแนน	ข้อมูลการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลพื้นที่คุ้มครอง	naturereserve.org	-
ข้อมูลปี	2000 - 2016		ข้อมูลปี	2000 - 2016		

(8) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัยกับนโยบายและแผนของประเทศ

- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน แผนย่อยการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว ที่ให้ความสำคัญกับอนุรักษ์และฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพในและนอกถิ่นกำเนิด โดยเฉพาะสัตว์ป่าและพันธุ์พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ ด้วยการดำเนินการปราบปรามและป้องกัน การบุกรุกทำลายเพื่อปกป้องรักษาทรัพยากรป่าไม้ บริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้บนพื้นฐานให้คนและชุมชนสามารถอยู่ร่วมกับป่าได้ ฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ให้กลับมามีสภาพที่สมบูรณ์ รวมทั้งรักษาและเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการบริหารจัดการป่าไม้เชิงพื้นที่ มีการปกป้องรักษาหยุดยั้งการทำลายพื้นที่ป่าไม้ ฟื้นฟูระบบนิเวศป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์ ส่งเสริมการใช้ประโยชน์พื้นที่ต้นน้ำที่เหมาะสมและไม่เกิดผลกระทบ ส่งเสริมการปลูกป่าและไม้เศรษฐกิจและอุตสาหกรรมจากป่าปลูกแบบครบวงจร รวมไปถึงการสร้างและพัฒนาพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและการเรียนรู้ทางธรรมชาติในเขตชุมชนเมืองและชนบท

- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 19 การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ แผนย่อยการอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ ที่ให้ความสำคัญกับการทำแผนรื้อถอนสิ่งก่อสร้างและอาคารที่รุกรานลำน้ำ ลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติ การรับฟังความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนทุกภาคส่วน การอนุรักษ์ ฟื้นฟูและพัฒนาในทุกมิติ เช่น ด้านการระบายน้ำ เก็บกักน้ำ การจัดการคุณภาพน้ำ ขยะวัชพืช สิ่งกีดขวางทางน้ำ วิถีชีวิตของชุมชนริมน้ำ สุนทรียภาพทางธรรมชาติ ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น ให้ความสำคัญกับการบริหารเชิงพื้นที่ ตลอดจนการจัดทำข้อกำหนดในการออกแบบทั้งเชิงภูมิสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมเพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟูแม่น้ำ ลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติ

พื้นที่สีเขียวทุกประเภทเพิ่มขึ้น

สัดส่วนพื้นที่สีเขียวทุกประเภท ได้แก่ พื้นที่เป็นป่าธรรมชาติ พื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อการใช้ประโยชน์ พื้นที่สีเขียวในเมืองและชนบท รวมทั้งป่าในเมืองและชุมชนเพื่อการเรียนรู้พักผ่อนหย่อนใจ (ร้อยละของพื้นที่ทั้งประเทศ)			
(ปี ๖๑ - ๖๕) - สัดส่วนพื้นที่สีเขียวพื้นที่เป็นป่าธรรมชาติ ร้อยละ ๓๒ - พื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ ๑๐ - พื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบท ร้อยละ ๒	(ปี ๖๖ - ๗๐) - สัดส่วนพื้นที่สีเขียวพื้นที่เป็นป่าธรรมชาติ ร้อยละ ๓๓ - พื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ ๑๒ - พื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบท ร้อยละ ๓	(ปี ๗๑ - ๗๕) - สัดส่วนพื้นที่สีเขียวพื้นที่เป็นป่าธรรมชาติ ร้อยละ ๓๔ - พื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ ๑๕ - พื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบท ร้อยละ ๔	(ปี ๗๖ - ๘๐) - สัดส่วนพื้นที่สีเขียวพื้นที่เป็นป่าธรรมชาติ ร้อยละ ๓๕ - พื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ ๑๕ - พื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบท ร้อยละ ๕

คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำทะเลมีคุณภาพเหมาะสมกับประเภทการใช้ประโยชน์

คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำทะเล และแหล่งน้ำใต้ดิน อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมกับประเภทของการใช้ประโยชน์ (ร้อยละของพื้นที่เป้าหมายทั้งหมด)			
(ปี ๖๑ - ๖๕) ร้อยละ ๓๕ ของพื้นที่เป้าหมาย	(ปี ๖๖ - ๗๐) ร้อยละ ๔๐ ของพื้นที่เป้าหมาย	(ปี ๗๑ - ๗๕) ร้อยละ ๔๐ ของพื้นที่เป้าหมาย	(ปี ๗๖ - ๘๐) ร้อยละ ๔๐ ของพื้นที่เป้าหมาย

ภาพที่ 8 เป้าหมายตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ
ที่เกี่ยวข้องกับดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย

- แผนแม่บทกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (2561 - 2580) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุล เป้าประสงค์ 2.1 การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ และคุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจ และประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 เรื่อง สร้างความสมดุลและยั่งยืนด้านทรัพยากรน้ำให้กับประชาชนอย่างทั่วถึงและรักษาระบบนิเวศ กลยุทธ์ที่ 6 อนุรักษ์ พื้นฟู พัฒนาแหล่งน้ำและระบบกระจายน้ำ เพื่อการจัดสรรน้ำให้สามารถตอบสนองความต้องการใช้น้ำอย่างเป็นธรรมและยั่งยืน โดยมีตัวชี้วัดคือ ร้อยละของทรัพยากรน้ำสาธารณะได้รับการอนุรักษ์

ตารางที่ 20 ตัวชี้วัดแผนแม่บทกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (2561 - 2580) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2

ตัวชี้วัด	ค่าเป้าหมาย			
	2561 - 2565	2566 - 2570	2571 - 2575	2576 - 2580
ร้อยละของพื้นที่สีเขียว	44	48	53	55
อันดับความหลากหลายพันธุ์พืชพันธุ์สัตว์ และถิ่นที่อยู่ในระดับโลก	อยู่ในอันดับต่ำกว่า 114 ประเทศแรกของโลก	อยู่ในอันดับต่ำกว่า 114 ประเทศแรกของโลก	อยู่ในอันดับต่ำกว่า 114 ประเทศแรกของโลก	อยู่ในอันดับต่ำกว่า 114 ประเทศแรกของโลก
จำนวนพื้นที่คุ้มครองทางทะเลเพิ่มขึ้น	+ 2 พื้นที่	+ 2 พื้นที่	+ 2 พื้นที่	+ 2 พื้นที่

- แผนแม่บทบูรณาการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ พ.ศ. 2558 - 2564 เป็นแผนแม่บทฯ ฉบับที่ 4 ของประเทศที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่

10 มีนาคม 2558 ให้เป็นแผนหลักด้านความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 2 เรื่องการอนุรักษ์และฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพ มาตราการที่ 3 การอนุรักษ์ ฟื้นฟู และปกป้องคุ้มครองความหลากหลายทางชีวภาพ ที่กำหนดไว้ในข้อต่าง ๆ ดังนี้ ข้อที่ 8 ภายในปี พ.ศ. 2563 อัตราการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ รวมทั้งพื้นที่ป่าไม้ และระบบนิเวศชายฝั่งลดลงร้อยละ 50 ข้อที่ 9 ชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามและชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่นมีสถานภาพการอนุรักษ์และการจัดการที่ดีขึ้น และข้อที่ 10 ภายในปี 2564 มีการเชื่อมโยงเครือข่ายพื้นที่คุ้มครองและตัวแทนทางนิเวศ และมีมาตรการการจัดการในพื้นที่วิกฤต และมีความสำคัญทางความหลากหลายทางชีวภาพและบริการจากระบบนิเวศ (ภายในปี 2559 การบริหารจัดการพื้นที่คุ้มครองและระบบนิเวศมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อดำรงไว้ซึ่งความสามารถในการให้บริการทางนิเวศ)

- แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ตัวชี้วัด 1) สัดส่วนของแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ รวมทั้งพื้นที่ป่าไม้ และระบบนิเวศชายฝั่งที่ได้รับการฟื้นฟูต่อพื้นที่ประเทศ และ 2) อัตราการสูญเสียชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่ใกล้สูญพันธุ์หรืออยู่ในภาวะถูกคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

- เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 14 ทรัพยากรทางทะเล และเป้าหมายที่ 15 ระบบนิเวศบนบก

2.3.6 ดัชนีย่อยบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem services)

ดัชนีย่อยบริการของระบบนิเวศในการจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม โดยมหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ตามกรอบการประเมินของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้แบ่งดัชนีนี้ออกเป็น 3 ตัวชี้วัด มีรายละเอียด ดังนี้

(1) ตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ป่า (Tree cover loss)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การสูญเสียพื้นที่ป่า มีคำจำกัดความหมายถึง การวัดการสูญเสียพื้นที่ป่าโดยเฉลี่ยต่อปี ในช่วงห้าปีที่ผ่านมา หาดด้วยขอบเขตรวมของพื้นที่ป่าในปี พ.ศ. 2543 (ปี ค.ศ. 2000) โดยคะแนน 100 หมายถึง ประเทศนั้นแทบไม่มีการสูญเสียพื้นที่ป่าเลย และคะแนน 0 หมายถึง มีการสูญเสียพื้นที่ป่าระดับรุนแรง โดยมีกรอบตัวแปรคือ ข้อมูลพื้นที่ป่า และมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$TC5 = \sum_{i=0}^4 TCC_{t-i}$$

$$TCL = \frac{TC5}{5 \times TCA_{2000}}$$

เมื่อ TC5 คือ ผลรวมของการสูญเสียพื้นที่ป่า 5 ปี ย้อนหลัง (เฮกแตร์)

TCC คือ การสูญเสียพื้นที่ป่า (เฮกแตร์)

TCA คือ พื้นที่ป่า (เฮกแตร์)

ข้อมูลในการคำนวณจาก Global Forest Watch โดยเป็นชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2558 - 2561 (ค.ศ. 2015 - 2018) เมื่อแทนค่าในสมการ จะได้ค่า TCL ออกมา จากนั้นนำค่า TCL ที่ได้มาทำการ transform ข้อมูล โดยแทนค่าในตัวแปร x ในสมการ transformation จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณ indicator score เพื่อปรับฐานคะแนนให้อยู่ในช่วง 0 - 100 โดย TCL คือ ตัวแปร x ในสมการ ซึ่งได้ค่าคะแนน EPI Yale & Columbia 2020 เท่ากับ 23.3 คะแนน

สมการ transformation ข้อมูลค่า TCL

$$\ln(x + \alpha) \text{ โดยที่ } \alpha \text{ เท่ากับ } 9.70E-07$$

เมื่อ transform ข้อมูลแล้ว นำค่า TCL มาแทนในค่า X ของสมการ

$$\text{Indicator Score} = ((X - W) / (B - W)) * 100$$

B คือ ค่า Best performance (กำหนดให้เท่ากับ -10.9436)

W คือ ค่า Worst performance (กำหนดให้เท่ากับ -3.04)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลจากกรมป่าไม้ ซึ่งเป็นข้อมูล ในปีเดียวกันมาคำนวณค่าคะแนน พบว่า EPI+ ได้ 100 คะแนน ซึ่งมากกว่า EPI Yale & Columbia 2020 ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการประเมินตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ป่า

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
23.3 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้	Global Forest Watch	100 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้	กรมป่าไม้	+76.7 คะแนน
ข้อมูลปี	2005 - 2018		ข้อมูลปี	2012 - 2020		
หมายเหตุ	ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยเป็นข้อมูลที่ดีกว่าของ EPI Yale & Columbia 2020					

(2) ตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า (Grassland loss)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า มีคำจำกัดความหมายถึง การวัดการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า เป็นสัดส่วน: การสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้าโดยเฉลี่ยต่อปีในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ทหารด้วยขอบเขตรวมของพื้นที่ทุ่งหญ้า ในปี พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992) โดยค่าคะแนน 100 หมายถึง ประเทศนั้นแทบไม่มีการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้าเลย และคะแนน 0 หมายถึง มีการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้าระดับรุนแรง โดยมีกรอบตัวแปรคือ ข้อมูลพื้นที่ทุ่งหญ้า และมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$GL5 = \sum_{i=0}^4 \text{Yearly Grassland loss}_{t-i}$$

$$GRL = \frac{GL5}{5 \times GRA_{2000}}$$

เมื่อ GL5 คือ ผลรวมของการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า 5 ปี ย้อนหลัง (ตารางกิโลเมตร)

GL คือ การสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า (ตารางกิโลเมตร)

GRA คือ พื้นที่ทุ่งหญ้า (ตารางกิโลเมตร)

ข้อมูลในการคำนวณจาก European Space Agency โดยเป็นชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2540 - 2558 (ค.ศ. 1997 - 2015) เมื่อแทนค่าในสมการ จะได้ค่า GRL ออกมา จากนั้นนำค่า GRL ที่ได้ มาทำการ transform ข้อมูล โดยแทนค่าในตัวแปร x ในสมการ transformation จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณ indicator score เพื่อปรับฐานคะแนนให้อยู่ในช่วง 0 - 100 โดย GRL คือ ตัวแปร x ในสมการ ซึ่งได้ค่าคะแนน EPI Yale & Columbia 2020 เท่ากับ 38.7 คะแนน

สมการ transformation ข้อมูลค่า GRL

$$\ln(x + \alpha) \text{ โดยที่ } \alpha \text{ เท่ากับ } 4.45E-06$$

เมื่อ transform ข้อมูลแล้ว นำค่า GRL มาแทนในค่า X ของสมการ

$$\text{Indicator Score} = ((X - W) / (B - W)) * 100$$

B คือ ค่า Best performance (กำหนดให้เท่ากับ -10.5632)

W คือ ค่า Worst performance (กำหนดให้เท่ากับ -2.4422)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2549 - 2563 (ค.ศ. 2006 - 2020) มาคำนวณค่าคะแนน พบว่า ได้คะแนนที่ 0 คะแนน ซึ่งน้อยกว่า EPI Yale & Columbia 2020 เนื่องจากข้อมูลพื้นที่ทุ่งหญ้าของประเทศไทยลดลงมากเมื่อเทียบกับข้อมูลในอดีต และข้อมูลพื้นที่ทุ่งหญ้าของประเทศไทยที่ใช้ในการคำนวณเป็นข้อมูลที่อัปเดตกว่าของ EPI Yale & Columbia 2020 โดยมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการประเมินตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
38.7 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ทุ่งหญ้า	European Space Agency	0 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ทุ่งหญ้า	กรมพัฒนาที่ดิน	-38.7 คะแนน
ข้อมูลปี	1997 - 2015		ข้อมูลปี	2006 - 2020		
หมายเหตุ	ข้อมูลพื้นที่ทุ่งหญ้าของประเทศไทยเป็นข้อมูลที่อัปเดตกว่าของ EPI Yale & Columbia 2020					

(3) ตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland loss)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

การสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ มีคำจำกัดความหมายถึง วัดการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำโดยเฉลี่ยต่อปีในช่วงห้าปีที่ผ่านมา หาดด้วยขอบเขตรวมของพื้นที่ชุ่มน้ำในปี พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992) โดยคะแนน 100 หมายถึง ประเทศนั้นแทบไม่มีการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำเลย และคะแนน 0 หมายถึง มีการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำระดับรุนแรง โดยข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินรายงานข้อมูลเป็นพื้นที่น้ำ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ

แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น นาข้าว นาเกลือ ประมง ป่าชายเลน ป่าพรุ และพีชน้ำ โดยตัวชี้วัดนี้มีกรอบตัวแปร คือ ข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำ และมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$WL5 = \sum_{i=0}^4 \text{Yearly Wetland loss}_{t-i}$$

$$WTL = \frac{WL5}{5 \times WTA_{2000}}$$

เมื่อ WL5 คือ ผลรวมของการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ 5 ปี ย้อนหลัง (ตารางกิโลเมตร)

WTL คือ การสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

WTA คือ พื้นที่ชุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

ข้อมูลในการคำนวณจาก European Space Agency เป็นชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2540 - 2558 (ค.ศ. 1997 - 2015) เมื่อแทนค่าในสมการ จะได้ค่า WTL ออกมา จากนั้นนำค่า WTL ที่ได้ มาทำการ transform ข้อมูล โดยแทนค่าในตัวแปร x ในสมการ transformation จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณ indicator score เพื่อปรับฐานคะแนนให้อยู่ในช่วง 0 - 100 โดย WTL คือ ตัวแปร x ในสมการ ซึ่งพบว่าคะแนน EPI Yale & Columbia 2020 มีค่าเท่ากับ 28.3 คะแนน

สมการ transformation ข้อมูลค่า WTL

$$\ln(x + \alpha) \text{ เท่ากับ } 2.47E-06$$

เมื่อ transform ข้อมูลแล้ว นำค่า WTL มาแทนในค่า X ของสมการ

$$\text{Indicator Score} = ((X - W) / (B - W)) * 100$$

B คือ ค่า Best performance (กำหนดให้เท่ากับ -10.5632)

W คือ ค่า Worst performance (กำหนดให้เท่ากับ -2.4422)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน (การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำตามมติคณะรัฐมนตรี 112 แห่ง และข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำนอกเหนือจากพื้นที่ชุ่มน้ำ 112 แห่ง) ซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2558 - 2561 (ข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำปี 2558 เท่ากับ 48,978 ตารางกิโลเมตร และปี 2561 เท่ากับ 50,717 ตารางกิโลเมตร) มาคำนวณค่าคะแนน พบว่า ได้คะแนน EPI+ เท่ากับ 100 คะแนน ซึ่งมากกว่า EPI Yale & Columbia 2020 เนื่องจากข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทยเป็นข้อมูลที่เป็นปัจจุบันกว่าของ EPI Yale & Columbia 2020 โดยมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการประเมินตัวชี้วัดการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
28.3 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำ	European Space Agency	100 คะแนน	ข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำ	กรมพัฒนาที่ดิน	+71.7 คะแนน
ข้อมูลปี	1997 - 2015		ข้อมูลปี	2016 - 2020		
หมายเหตุ	ข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทยพิจารณาจากพื้นที่แหล่งน้ำจืด และข้อมูลที่ใช้คำนวณอัพเดทสูงกว่าข้อมูล EPI Yale & Columbia 2020					

- (4) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยบริการของระบบนิเวศกับนโยบายและแผนของประเทศ เหมือนดัชนีย่อยความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย

2.3.7 ดัชนีย่อยประมง (Fisheries)

ดัชนีย่อยประมงในการจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม โดยมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ตามกรอบการประเมินของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้แบ่งดัชนีนี้ออกเป็น 3 ตัวชี้วัด มีรายละเอียด ดังนี้

(1) ตัวชี้วัดสถานภาพปริมาณสัตว์น้ำคงเหลือ (Fish stock status)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

ตัวชี้วัด “สถานภาพปริมาณสัตว์น้ำคงเหลือ” มีคำจำกัดความหมายถึง ร้อยละของปริมาณสัตว์น้ำที่ใช้ประโยชน์มากเกินไปเกินศักยภาพการผลิต (Overexploited) หรือล่มสลาย (Collapsed) ต่อปริมาณสัตว์น้ำทั้งหมดที่จับได้ในเขตเศรษฐกิจจำเพาะ (Exclusive Economic Zone: EEZ) โดยมีแนวคิดคือ ประเทศควรลดหรือจำกัดการจับสัตว์น้ำที่อยู่ในสถานะที่ใช้ประโยชน์มากเกินไปเกินศักยภาพการผลิต (Overexploited) หรือที่อยู่ในภาวะล่มสลาย (Collapsed) มีกรอบตัวแปรในการคำนวณ ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ ข้อมูลสถานภาพของทรัพยากรสัตว์น้ำ (Fish Stock Class: FSC) ซึ่งจัดจำแนกออกเป็น 5 ระดับ คือ 1 = ล่มสลาย (Collapsed) 2 = ใช้ประโยชน์มากเกินไปเกินศักยภาพการผลิต (Overexploited) 3 = ใช้ประโยชน์ (Exploited) 4 = เริ่มใช้ประโยชน์ (Developing) และ 5 = ฟื้นฟู (Rebuilding) และข้อมูลปริมาณการจับสัตว์น้ำ (Catch: CTH) ดังสมการต่อไปนี้

$$FSS = \frac{\sum_e [FSC_{k=1,e} \times CTH_e] + \sum_e [FSC_{k=2,e} \times CTH_e]}{\sum_e CTH_e}$$

การพิจารณาสถานภาพของทรัพยากรตามกรอบการประเมินของ EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ข้อมูลจาก Sea Around Us และการจำแนกสถานภาพใช้เงื่อนไขตาม Kleisner and Pauly (2015) ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 เงื่อนไขการกำหนดค่าสถานภาพของทรัพยากร

สถานภาพ	ค่า	เงื่อนไข
ฟื้นฟู (Rebuilding)	5	ปีของสัตว์น้ำขึ้นท่า > ปีที่สัตว์น้ำขึ้นท่าต่ำสุดหลังจากที่จับได้สูงสุด และปริมาณสัตว์น้ำขึ้นท่าต่ำสุดหลังจากที่จับได้สูงสุด <10% ของสัตว์น้ำขึ้นท่าสูงสุด และปริมาณสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 10-50% ของปริมาณสัตว์น้ำสูงสุด
เริ่มใช้ประโยชน์ (Developing)	4	ปีสัตว์น้ำขึ้นท่าที่ศึกษา < ปีที่สัตว์น้ำขึ้นท่าสูงสุด และปริมาณสัตว์น้ำ <=50% ของสัตว์น้ำที่ขึ้นท่าสูงสุด หรือปีที่สัตว์น้ำขึ้นท่าสูงสุดเท่ากับ = ปีสุดท้ายของปริมาณสัตว์น้ำขึ้นท่า
ใช้ประโยชน์ (Exploited)	3	ปริมาณสัตว์น้ำขึ้นท่า >50% ของสัตว์น้ำขึ้นท่าสูงสุด
ใช้ประโยชน์มากเกินไป เกินศักยภาพการผลิต (Overexploited)	2	ปีที่สัตว์น้ำขึ้นท่า > ปีที่สัตว์น้ำขึ้นท่าสูงสุด และปริมาณสัตว์น้ำขึ้นท่าอยู่ระหว่าง 10 - 50% ของปริมาณสัตว์น้ำที่ขึ้นท่าสูงสุด
ล่มสลาย (Collapsed)	1	ปีที่สัตว์น้ำขึ้นท่า > ปีที่สัตว์น้ำขึ้นท่าสูงสุด และปริมาณสัตว์น้ำขึ้นท่า < 10% ของปริมาณสัตว์น้ำที่ขึ้นท่าสูงสุด

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลปริมาณการจับสัตว์น้ำ 5 กลุ่ม คือ ปลาผิวน้ำ ปลาหน้าดิน กุ้ง ปู และปลาหมึก จากกรมประมง เนื่องจากข้อมูลจาก Sea Around Us เป็นชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2493 - 2557 (ค.ศ. 1950 - 2014) เมื่อแทนค่าในสมการ และประเมินค่าคะแนน พบว่าคะแนน EPI Yale & Columbia 2020 มีค่าเท่ากับ 3.3 คะแนน แต่เมื่อใช้ข้อมูลของประเทศไทย จากกองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง โดยแบ่งกลุ่มสัตว์น้ำที่ประเมินออกเป็น 5 กลุ่ม คือ ปลาผิวน้ำ ปลาหน้าดิน (ผลจับของปลาหน้าดินและปลาเปิด) กุ้ง ปู และปลาหมึก และใช้ชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 - 2562 (ค.ศ. 2011 - 2018) ตามเงื่อนไขที่ควรใช้อย่างน้อย 10 ปี มาคำนวณค่าคะแนน พบว่าคะแนน EPI+ มีค่าเท่ากับ 100 คะแนน ซึ่งมากกว่า EPI Yale & Columbia 2020 เนื่องจากการคำนวณของ EPI Yale & Columbia 2020 เป็นการอ้างอิงจากชุดข้อมูลในเว็บไซต์ Sea Around Us ซึ่งในการพิจารณาสถานภาพ อาจเป็นการพิจารณาชุดข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 - 2557 (ค.ศ. 1950 - 2014) ทั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัยได้คำนวณตามวิธีการของ Sea Around Us แต่คะแนนที่ได้ไม่เท่ากัน ด้วยเหตุผล 2 ประการหลักคือ ข้อมูลปริมาณสัตว์น้ำ ตามแหล่งข้อมูล Sea Around Us มาจาก FAO ซึ่งได้รับข้อมูลมาจากกรมประมง อย่างไรก็ตามทั้ง FAO และ Sea Around Us มีการปรับค่าก่อนนำมาใช้ในการคำนวณค่า FSS นอกจากนี้ ชุดข้อมูลดังกล่าว เป็นชุดข้อมูลก่อนที่ประเทศไทยจะมีการแก้ปัญหาการทำประมงผิดกฎหมาย ขาดการรายงานและไร้การควบคุม (IUU Fishing) ข้อมูลที่ปรากฏในสถิติประมงแห่งประเทศไทยมีการนำตัวเลขสัตว์น้ำที่เรือประมงไทยไปทำประมงนอกล่าม้านำมาบรวมนำเข้าปริมาณสัตว์น้ำที่จับในเขตเศรษฐกิจจำเพาะ ดังนั้นในการคำนวณล่าสุด จึงเห็นว่าควรใช้ชุดข้อมูลปัจจุบันย้อนกลับไปแล้ว 10 ปี ตามเงื่อนไขของการจำแนกสถานภาพของทรัพยากร คือ การใช้ชุดข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2555 - 2563 (ค.ศ. 2012 - 2020) โดยมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงใน ตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการประเมินตัวชี้วัดสถานภาพปริมาณสัตว์น้ำคงเหลือ

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
3.3 คะแนน	ปริมาณการจับสัตว์น้ำ	Sea Around Us	100 คะแนน	ปริมาณการจับสัตว์น้ำ 5 กลุ่ม คือ ปลาผิวน้ำ ปลาหน้าดิน กุ้ง ปู และปลาหมึก	กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง	+96.7 คะแนน
ข้อมูลปี	1950 - 2014		ข้อมูลปี	2012 - 2020		
หมายเหตุ	ช่วงเวลาที่ใช้พิจารณาชุดข้อมูลต่างกัน					

(2) ตัวชี้วัดดัชนีลำดับชั้นการกินอาหารในทะเล (Regional marine trophic index) กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

ดัชนีลำดับชั้นการกินอาหารในทะเล มีคำจำกัดความหมายถึง ค่าเฉลี่ยของระดับการกินอาหารสำหรับระบบนิเวศขนาดใหญ่ซึ่งใช้บ่งชี้ว่าเข้าสู่ "การประมงกลุ่มปลาที่อยู่ในลำดับชั้นอาหารระดับล่าง" หรือไม่ ค่านี้เป็นมาตรวัดว่าสัตว์ขนาดใหญ่ที่ใช้ประโยชน์และทรัพยากรประมงมีการจัดการอย่างยั่งยืนหรือไม่ โดยมีกรอบตัวแปรของตัวชี้วัดคือ ข้อมูลปริมาณการจับสัตว์น้ำของประเทศไทย เพื่อคำนวณค่าลำดับชั้นของการกินอาหาร (Marine Trophic Index) และค่า Regional Marine Trophic Index เพื่อใช้การคำนวณค่าความชันของ RMTI จากปีที่มีค่าสูงสุดถึงปี ค.ศ. 2014

ผลการประเมิน EPI+

การประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีลำดับชั้นการกินอาหารในทะเล ตามการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียนั้น ประเมินโดยใช้ข้อมูลปริมาณการจับสัตว์น้ำ และลำดับชั้นการกินอาหารของสัตว์ทะเลจากเว็บไซต์ Sea Around Us ทั้งนี้ จากการประสานงานไปทางผู้ดูแลเว็บไซต์เพื่อสอบถามถึงชุดข้อมูลที่ใช้และสมการในการคำนวณ พบว่าทางผู้ดูแลเว็บไซต์แจ้งว่าวิธีการคำนวณมีความซับซ้อนมาก และได้อธิบายถึงแนวทางในการดำเนินการว่าใช้ข้อมูลปริมาณการจับสัตว์น้ำ และลำดับชั้นการกินอาหารของสัตว์ทะเล ซึ่งจากศึกษาและรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการหารือร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ พบว่าประเทศไทยยังไม่มีผลการประเมินดัชนีลำดับชั้นการกินอาหารในทะเล เพื่อนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดสถานภาพของระบบนิเวศทะเลไทย อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ เป็นชุดข้อมูลของ Sea Around Us ซึ่งข้อมูลปริมาณสัตว์น้ำที่ Sea Around Us ใช้มาจาก FAO ซึ่งได้รับข้อมูลจากกรมประมง หลังจากนั้นทั้งทาง FAO และ Sea Around Us มีการปรับค่าก่อนนำมาใช้ในการคำนวณ RMTI ดังนั้น ค่า EPI+ จึงใช้ค่าดัชนีลำดับชั้นการกินอาหารในทะเลจากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียที่ประเมินค่าตัวชี้วัดดัชนีลำดับชั้นการกินอาหารในทะเล ปี ค.ศ. 2014 เนื่องจากหากมีการนำเสนอค่าทดแทนจะทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง ซึ่งระดับคะแนนของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 23.7 คะแนน โดยมีรายละเอียดของชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลการประเมินดัชนีลำดับขั้นการกินอาหารในทะเล

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
23.7 คะแนน	RMTI	Sea Around Us	23.7 คะแนน	RMTI	Sea Around Us	-
ข้อมูลปี	2014		ข้อมูลปี	2014		

(3) ตัวชี้วัดสัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลาก (Fish caught by trawling)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

สัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลาก มีคำจำกัดความหมายถึง ร้อยละของสัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลากหน้าดินหรืออวนลากกลางน้ำต่อสัตว์น้ำทั้งหมดที่จับได้ในเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศไทย โดยมีกรอบตัวแปรคือ ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้โดยเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ในเขตเศรษฐกิจจำเพาะ (Catch by Gear Type: FGT) กลุ่มเครื่องมือจำแนกออกเป็น 5 กลุ่มหลัก คือ อวนลากหน้าดิน (Bottom Trawling) อวนลากกลางน้ำ (Pelagic trawling) อวนติดตา (Gillnets) เบ็ด (Longline) และเครื่องมืออื่น ๆ (Other) และข้อมูลปริมาณการจับสัตว์น้ำ (Catch: CTH) ดังสมการต่อไปนี้

$$FGT = \frac{\sum_{g=1}^2 \sum_e FGT_{eg}}{\sum_e CTH_e}$$

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลปริมาณการจับสัตว์น้ำจำแนกตามเครื่องมือของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ที่ได้จากกรมประมง เพื่อหาร้อยละของสัตว์น้ำที่จับโดยอวนลากหน้าดิน พบว่าคะแนน EPI+ มีค่าเท่ากับ 4.4 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าคะแนน EPI Yale & Columbia 2020 เนื่องจาก EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ชุดข้อมูลของ Sea Around Us ซึ่งข้อมูลปริมาณสัตว์น้ำที่ Sea Around Us ใช้มาจาก FAO ที่ได้รับข้อมูลจากกรมประมง หลังจากนั้น ทั้งทาง FAO และ Sea Around Us ได้ปรับค่าก่อนนำมาใช้ ทำให้การคำนวณได้ค่าออกมาแตกต่างกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย โดยมีค่าคะแนน ดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการประเมินตัวชี้วัดสัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลาก

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
5.5 คะแนน	ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้	Sea Around Us	4.4 คะแนน	ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้	กรมประมง	-1.1 คะแนน
ข้อมูลปี	1950 - 2014		ข้อมูลปี	2020		
หมายเหตุ	FAO มีการปรับข้อมูลปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ที่ได้จากกรมประมง					

(4) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยประมงกับนโยบายและแผนของประเทศ

- ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) มีความเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเกี่ยวข้องกับประเด็นหลักคือ การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจภาคทะเล ที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มมูลค่าของเศรษฐกิจฐานชีวภาพทางทะเล การปรับปรุง พื้นฟู และสร้างใหม่ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทั้งระบบ รวมถึงการพัฒนาและเพิ่มสัดส่วนกิจกรรมทางทะเลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน มีเป้าหมายระดับประเด็นคือ สภาพแวดล้อมของประเทศไทยมีคุณภาพดีขึ้นอย่างยั่งยืน และมีเป้าหมายระดับแผนแม่บทย่อยคือ ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศทางทะเลเพิ่มขึ้น

- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2565) เกี่ยวข้องกับยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาอย่างยั่งยืน

- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2580 ประเด็นการจัดการฐานทรัพยากรธรรมชาติอย่างมั่นคงเพื่อความสมดุล เป็นธรรม และยั่งยืน โดยมีตัวชี้วัดอัตราการจับสัตว์น้ำต่อการลงแรงประมงทะเลใน 1 ชั่วโมง ในน่านน้ำไทยเพิ่มขึ้น และตัวชี้วัดดัชนีความมั่นคงทางอาหาร มีระดับดีขึ้น

- ยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) ในยุทธศาสตร์ที่ 4 บริหารจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน ซึ่งได้กำหนดแนวทางคือ การบริหารจัดการทรัพยากรการเกษตรอย่างยั่งยืน ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน และพื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรการเกษตรให้มีความสมดุลและยั่งยืน

- ยุทธศาสตร์ของกรมประมง พ.ศ. 2560 - 2564 (ฉบับล่าสุด) ในยุทธศาสตร์ที่ 3 การบริหารจัดการด้านการประมงและทรัพยากรสัตว์น้ำให้มีความยั่งยืนและคงความหลากหลาย มีเป้าประสงค์คือ บริหารจัดการทรัพยากรประมงให้มีความอุดมสมบูรณ์และคงความสมดุลของโครงสร้าง

2.3.8 ดัชนีย่อยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)

การจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม โดยมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ได้ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สังเกตได้จากการให้ค่าคะแนนหรือค่าถ่วงน้ำหนักค่อนข้างสูงมาโดยตลอด สำหรับกรอบการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่เผยแพร่ในปี ค.ศ. 2020 ต้องใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการปล่อยต่าง ๆ โดยเป็นการประเมินในลักษณะของการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติตามข้อเสนอแนะในคู่มือ IPCC Guidelines ทั้งนี้ ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปีก่อนหน้า มีการให้ความสำคัญในด้านพลังงานยั่งยืน (Sustainable energy) ในรอบการเผยแพร่ปี ค.ศ. 2006 จากนั้นได้มีการปรับกรอบการประเมินเป็นด้านสภาพภูมิอากาศและพลังงาน (Climate and energy) ในรอบการเผยแพร่ปี ค.ศ. 2008 จนถึงปี ค.ศ. 2018 และถูกปรับเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปี ค.ศ. 2020 ด้วยเหตุนี้ ตัวชี้วัดที่พิจารณาจึงมีความหลากหลายและครอบคลุมทั้งในด้านพลังงานและสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน พลังงานทดแทน การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าและอุตสาหกรรม และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ

จากการสืบค้นและตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการรายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดและการปล่อยรายก๊าซจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย โดยการประเมินเริ่มรายงานผลในปี ค.ศ. 1994 และในปัจจุบันการรายงานข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ในรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยมีการดำเนินการที่ครอบคลุมและต่อเนื่องตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 จนถึงปัจจุบัน โดยหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของไทยคือ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีการรายงานข้อมูลทุก 2 ปี และรายงานฉบับล่าสุดถูกส่งไปยังองค์การสหประชาชาติภายใต้กรอบอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ด้วยเหตุนี้ จึงได้รวบรวมรายชื่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดการประเมินด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมา ได้แก่ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และหน่วยงานด้านพลังงาน อุตสาหกรรม ป่าไม้ และภาคส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อร่วมประชุมในการรับฟังข้อคิดเห็นและเสนอแนะของหน่วยงาน ตลอดจนเพื่อหารือด้านข้อมูลที่เป็นสำหรับการประเมินตัวชี้วัดด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมจากหน่วยงานของประเทศไทย หรือช่องว่างด้านข้อมูลที่ต้องการ ผ่านการประชุมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การสอบถามสถานะและความพร้อมของข้อมูล ตลอดจนการจัดประชุมแลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่อดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันนำมาสู่ข้อสรุปของการเลือกใช้ตัวชี้วัดและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม

ผลสรุปการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะใช้ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก เนื่องจากมีวิธีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับรูปแบบข้อมูลที่ทางมหาวิทยาลัยเยลและโคลัมเบียใช้คือ การประเมินตามวิธีการของ IPCC Guidelines ส่วนข้อมูลสำหรับก๊าซกลุ่มฟลูออรีน (F-gas) คาร์บอนดำ (Black carbon) การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมป่า (Forest cover change) และข้อมูลประกอบการคำนวณอื่น ๆ แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมไว้ในแต่ละหัวข้อตัวชี้วัด ในการดำเนินงานของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้แบ่งดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศออกเป็น 8 ตัวชี้วัด มีรายละเอียด ดังนี้

(1) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ growth rate)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หมายถึง อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามเวลา โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines และเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจากภาคการปล่อยต่าง ๆ ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF)

กรอบตัวแปรคือ ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CDO) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) ถูกปรับค่าให้เป็นค่า \ln คือ \ln CDO จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า CDB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $CDB = \exp(\beta) - 1$

จากนั้นค่า CDB ถูกนำมาหาค่า CDA โดยหาค่า CDB ที่ได้เป็นค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 กำหนดใช้เป็นอัตราการปล่อย (Growth rate) และเรียกเป็นค่า CDA แต่หาค่า CDB ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0 กำหนดให้คำนวณค่าด้วยสูตรกำหนด ($CDA = CDB \times (1 - CDR)$) โดย CDR หาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง CDO และ GDP โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \ln(CDO) &= \alpha + \beta t \\ CDB &= \exp(\beta) - 1 \\ CDA &= \begin{cases} CDB & \text{if } CDB \geq 0 \\ CDB \times (1 - CDR) & \text{if } CDB < 0 \end{cases} \end{aligned}$$

$$CDR = corr(CDO, GDP)$$

ค่า CDA ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า CDA ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยสูตรคำนวณและค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

$$\text{Indicator Score} = (X - W) / (B - W) \times 100$$

X คือ ค่าข้อมูลของประเทศนั้นๆ

B คือ ค่าที่ดีที่สุด

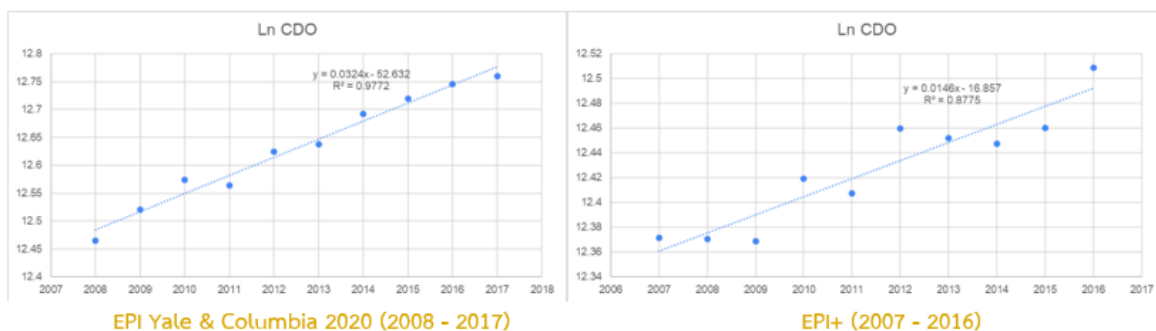
W คือ ค่าต่ำที่สุด

Performance	Nominal	Raw
Best	-0.0759	-0.0759
Worst	95th percentile	0.1003

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ Potsdam Institute for Climate Impact Research และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2551 - 2560 (ค.ศ. 2008 - 2017)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 48.7 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 38.2 คะแนน เนื่องจากผลการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินที่ปรับด้วยแบบจำลองในการปรับและแปลงค่าปริมาณก๊าซจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่แต่ละประเทศรายงานต่อ UNFCCC ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมและคำนวณหรือตัดแปลงค่าโดย Potsdam Institute for Climate Impact Research เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบหรือวิธีการประเมินเดียวกันคือ การประเมินตาม 2006 IPCC Guidelines หากแต่ข้อมูลสำหรับ EPI+ เป็นข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซของประเทศไทยที่ได้จากข้อมูลกิจกรรมโดยตรง อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มของข้อมูลที่สอดคล้องกันระหว่าง EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ดังแสดงในภาพที่ 9 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 28



ภาพที่ 9 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามเวลา

ตารางที่ 28 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
38.2 คะแนน	CO ₂ intensity trend	Potsdam Institute for Climate Impact Research	48.7 คะแนน	ปริมาณการปล่อย CO ₂	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+10.5 คะแนน
ข้อมูลปี	2008 - 2017		ข้อมูลปี	2007 - 2016		
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(2) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄ growth rate)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน หมายถึง อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนตามเวลา โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซมีเทน) ที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines และเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดจากภาคการปล่อยต่าง ๆ ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF)

กรอบตัวแปรคือ ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) ถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ ln CH₄ จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า CHB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $CHB = \exp(\beta) - 1$

จากนั้นค่า CHB ถูกนำมาหาค่า CHA โดยหาค่า CHB ที่ได้เป็นค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 กำหนดใช้เป็นอัตราการปล่อย (Growth rate) และเรียกเป็นค่า CHA แต่หาค่า CHB ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0 กำหนดให้คำนวณค่าด้วยสูตรกำหนด ($CHA = CHB \times (1 - CHR)$) โดย CHR หาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง CH₄ และ GDP โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$\ln(CH_4) = \alpha + \beta t$$

$$CHB = \exp(\beta) - 1$$

$$CHA = \begin{cases} CHB & \text{if } CHB \geq 0 \\ CHB \times (1 - CHR) & \text{if } CHB < 0 \end{cases}$$

$$CHR = \text{corr}(CH_4, GDP)$$

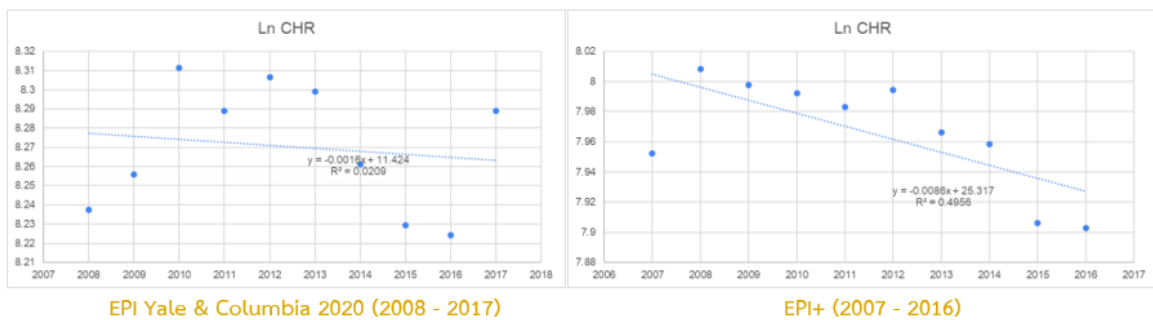
ค่า CDA ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า CDA ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยสูตรคำนวณและค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

Performance	Nominal	Raw
Best	-0.0107	-0.0107
Worst	95th percentile	0.0512

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนของ Potsdam Institute for Climate Impact Research และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2551 - 2560 (ค.ศ. 2008 - 2017)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 100.0 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 85.4 คะแนน เนื่องจากผลการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินจากข้อมูลปริมาณก๊าซที่ปล่อยด้วยการใช้แบบจำลองในการปรับและแปลงค่าปริมาณก๊าซจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติของแต่ละประเทศรายงานต่อ UNFCCC ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมและคำนวณหรือดัดแปลงค่าโดย Potsdam Institute for Climate Impact Research เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบหรือวิธีการประเมินเดียวกันคือ การประเมินตาม 2006 IPCC Guidelines หากแต่ข้อมูลสำหรับ EPI+ เป็นข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซของประเทศไทยที่ได้จากข้อมูลกิจกรรมโดยตรง โดยพบว่าแหล่งข้อมูลทั้งสองมีแนวโน้มของข้อมูลที่ตรงข้ามกัน ระหว่างค่าที่ใช้ของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียและค่าที่ใช้ของหน่วยงานประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตาม ในขณะที่ช่วงปี พ.ศ. 2553 - 2560 (ค.ศ. 2010 - 2017) มีแนวโน้มของข้อมูลที่สอดคล้องกัน ดังแสดงในภาพที่ 10 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 29



ภาพที่ 10 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตามเวลา

ตารางที่ 29 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
85.4 คะแนน	Methane intensity trend	Potsdam Institute for Climate Impact Research	100.0 คะแนน	ปริมาณการปล่อย CH ₄	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+14.6 คะแนน
ข้อมูลปี	2008 - 2017		ข้อมูลปี	2007 - 2016		
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(3) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O growth rate)**กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด**

อัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ หมายถึง อัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ตามเวลา โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซไนตรัสออกไซด์) ที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines และเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทั้งหมดจากภาคการปล่อยต่าง ๆ ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF)

กรอบตัวแปรคือ ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NOT) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) ถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ ln NOT จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า CHB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $NDB = \exp(\beta) - 1$

จากนั้น ค่า NDB ถูกนำมาหาค่า NDA โดยหาค่า NDB ที่ได้เป็นค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 กำหนดใช้เป็นอัตราการปล่อย (Growth rate) และเรียกเป็นค่า NDA แต่หาค่า NDB ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0 กำหนดให้คำนวณค่าด้วยสูตร ($NDA = NDB \times (1 - NDR)$) โดย NDR หาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง NOT และ GDP โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้ แสดงดังต่อไปนี้

$$\ln(NOT) = \alpha + \beta t$$

$$NDB = \exp(\beta) - 1$$

$$NDA = \begin{cases} NDB & \text{if } NDB \geq 0 \\ NDB \times (1 - NDR) & \text{if } NDB < 0 \end{cases}$$

$$NDR = \text{corr}(NOT, GDP)$$

ค่า NDA ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า NDA ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

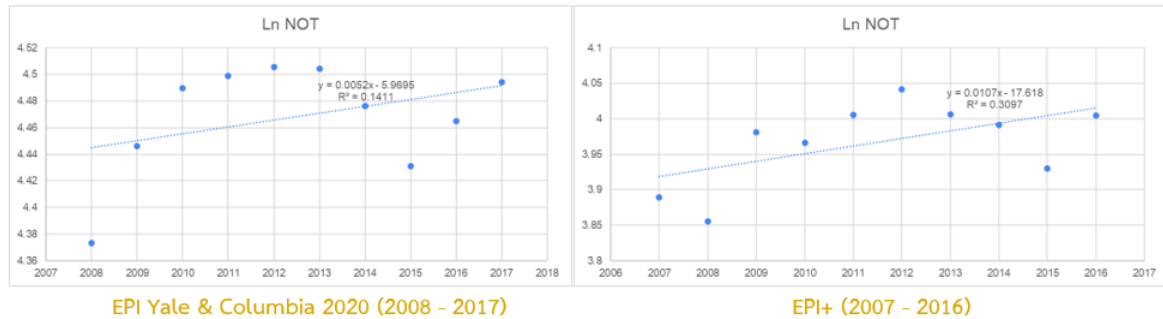
Performance	Nominal	Raw
Best	-0.0195	-0.0195
Worst	95th percentile	0.0525

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ของ Potsdam Institute for Climate Impact Research และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2551 - 2560 (ค.ศ. 2008 - 2017)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 57.9 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 65.7 คะแนน เนื่องจากผลการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินจากข้อมูลปริมาณก๊าซที่ปล่อยด้วยการใช้แบบจำลองในการปรับและแปลงค่าปริมาณก๊าซจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่แต่ละประเทศรายงานต่อ UNFCCC

ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมและคำนวณหรือตัดแปลงค่าโดย Potsdam Institute for Climate Impact Research เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบหรือวิธีการประเมินเดียวกันคือ การประเมินตาม 2006 IPCC Guidelines แต่ข้อมูลสำหรับ EPI+ เป็นข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซของประเทศไทยที่ได้จากข้อมูลกิจกรรมโดยตรง จึงมีความแตกต่างของข้อมูลที่ใช้ โดยมีแนวโน้มของข้อมูลที่สอดคล้องกันระหว่าง EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ดังแสดงในภาพที่ 11 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 30



ภาพที่ 11 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซในตรัสออกไซด์ตามเวลา

ตารางที่ 30 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซในตรัสออกไซด์

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
65.7 คะแนน	N ₂ O intensity trend	Potsdam Institute for Climate Impact Research	57.9 คะแนน	ปริมาณการปล่อย N ₂ O	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-7.8 คะแนน
ข้อมูลปี	2008 - 2017		ข้อมูลปี	2007 - 2016		
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(4) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีน (F-gas Growth Rate)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

อัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีน (F-gas) หมายถึง อัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีนตามเวลา โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซกลุ่มฟลูออรีน) ที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines และเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีนทั้งหมดจากภาคการปล่อยต่าง ๆ ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) โดยแหล่งข้อมูลของก๊าซกลุ่มฟลูออรีนที่มหาวิทยาลัยเยลและโคลัมเบียพิจารณา ได้แก่ HFCs PFCs และ SF₆ และมีแหล่งปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)

กรอบตัวแปรคือ การทบทวนแหล่งข้อมูลก๊าซกลุ่มฟลูออรีน (F-gas) ของไทย พบว่ามีการรายงานในหน่วยงาน 2 แห่ง ได้แก่ 1) สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดำเนินการประเมินปริมาณการปล่อยตามวิธีการของ 2006 IPCC Guidelines และในเบื้องต้นได้รายงานปริมาณการปล่อยสำหรับ HFCs และ SF₆ และ 2) กรมโรงงานอุตสาหกรรม มีการดำเนินโครงการลดการใช้สารทำความเย็น

(HCFCs phase out) ที่ได้รับการสนับสนุนจากธนาคารโลก (World bank) ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนการใช้สาร HCFCs ที่มีการดำเนินการแล้ว และมีการเตรียมความพร้อมสำหรับสาร HFCs และสารอื่นเพื่อการดำเนินการในอนาคต

เมื่อพิจารณาแนวทางการประเมินตามแหล่งข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้ พบว่า F-gas ที่ใช้ในการจัดทำค่าดัชนีเป็นข้อมูลปริมาณการปล่อย F-gas ในกลุ่ม HFCs PFCs และ SF₆ ตามวิธีการประเมินในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) ด้วย 2006 IPCC Guidelines ด้วยเหตุนี้ จึงเลือกใช้ข้อมูล F-gas จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการประเมินค่าดัชนีในเบื้องต้นนี้ และหากกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีการดำเนินโครงการที่เกี่ยวกับก๊าซ HFCs และสารอื่นที่เกี่ยวข้องแล้ว จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 31 รายละเอียดข้อมูล F-gas ที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้ จากหน่วยงานของไทย และการเลือกใช้ที่เหมาะสม

รายละเอียดข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ข้อมูลที่ใช้/ การดำเนินการ
IPCC 2006: IPPU (HFCs, PFCs, SF ₆)	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลตามการประเมินสาขา IPPU ในรูปแบบ IPCC 2006 และประเมิน F-gas ชนิด HFCs, SF ₆ ในปัจจุบัน กรมโรงงานอุตสาหกรรม ข้อมูลจากโครงการ HFCs, phase out (World bank) เป็นการประเมินการปรับเปลี่ยนการใช้สาร HFCs, และมีการเตรียมการสำหรับ HFCs และสารตัวอื่น สำหรับการปรับเปลี่ยนหรือส่งเสริมในอนาคต ซึ่งเป็นการประเมินสำหรับ HFCs ในปัจจุบัน	ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความสอดคล้องกับการคำนวณ EPI Yale & Columbia 2020

ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต (FOG) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) ถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ ln FOG จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า FGB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $FGB = \exp(\beta) - 1$ จากนั้นค่า FGB ถูกกำหนดว่าเป็นค่า FGA โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$\ln(FOG) = \alpha + \beta t$$

$$FGB = \exp(\beta) - 1$$

$$FGA = FGB$$

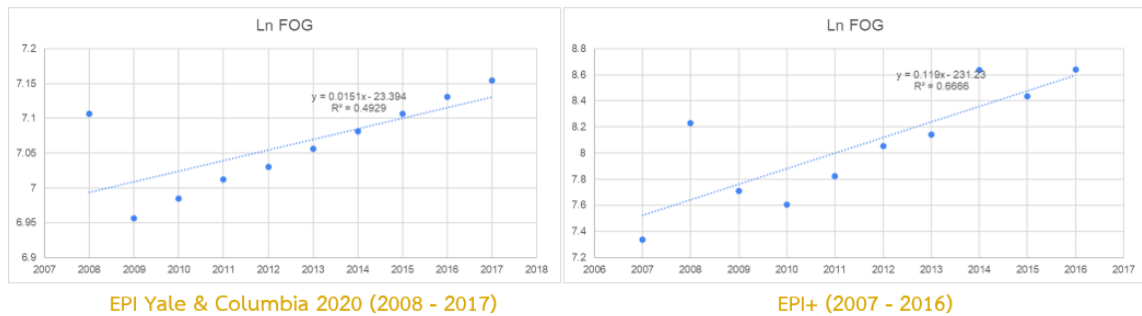
ค่า FGA ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า FGA ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยค่าคะแนนที่ดีที่สุด (best) และต่ำที่สุด (worst) ดังแสดงต่อไปนี้

Performance	Nominal	Raw
Best	-0.0394	-0.0394
Worst	95th percentile	0.9366

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต ของ Potsdam Institute for Climate Impact Research และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2551 - 2560 (ค.ศ. 2008 - 2017)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนตของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 83.0 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 94.4 คะแนน เนื่องจากผลการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินจากข้อมูลปริมาณก๊าซที่ปล่อยด้วยการใช้แบบจำลองในการปรับและแปลงค่าปริมาณก๊าซจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่แต่ละประเทศรายงานต่อ UNFCCC ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมและคำนวณหรือดัดแปลงค่าโดย Potsdam Institute for Climate Impact Research เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบหรือวิธีการประเมินเดียวกันคือ การประเมินตาม 2006 IPCC Guidelines แต่รายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของไทยที่ผ่านมายังไม่เคยรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซกลุ่มนี้มาก่อน ด้วยเหตุนี้ปริมาณการปล่อยก๊าซของ EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ของประเทศไทยมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแนวโน้มของข้อมูลมีความสอดคล้องกันระหว่าง EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ดังแสดงในภาพที่ 12 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 32



ภาพที่ 12 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต (F-gas) ตามเวลา

ตารางที่ 32 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
94.4 คะแนน	F-gasses intensity trend	Potsdam Institute for Climate Impact Research	83.0 คะแนน	อัตราการปล่อย F-gas	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-11.4 คะแนน
ข้อมูลปี	2008 - 2017		ข้อมูลปี	2007 - 2016		
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(5) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยคาร์บอนดำ (Black carbon growth rate)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

อัตราการปล่อยคาร์บอนดำ หมายถึง อัตราการปล่อยคาร์บอนดำตามเวลา โดยปริมาณคาร์บอนดำที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines

และเป็นปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำทั้งหมดจากภาคการปล่อยต่าง ๆ โดยแหล่งข้อมูลของการปล่อยคาร์บอนดำที่มหาวิทยาลัยเยลและโคลัมเบียพิจารณา มีแหล่งปล่อยจากภาคพลังงานและภาคของเสีย

กรอบตัวแปรคือ ข้อมูลคาร์บอนดำ (Black carbon) ของประเทศไทยตามที่ได้ทบทวนและการสอบถามจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ยังไม่พบว่ามีกรรายงานข้อมูลเป็นทางการของประเทศไทยและเมื่อทบทวนวิธีการประเมินแล้ว พบว่าการประเมินปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำมีวิธีการที่คล้ายกับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกคือ ผลคูณระหว่างข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อยก๊าซ (คาร์บอนดำ) ทั้งนี้จึงได้ดำเนินการรวบรวมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยคาร์บอนดำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

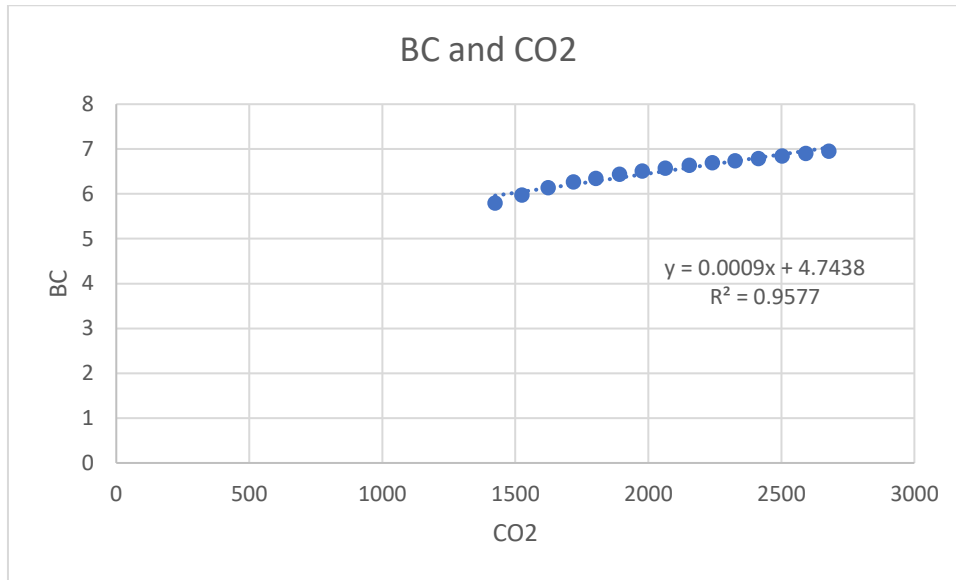
การประเมินปริมาณการปล่อยตามแหล่งข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้ พบว่าข้อมูลปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำของประเทศไทยตามแหล่งข้อมูลอ้างอิง มีการประเมินปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำจากกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงในภาคพลังงานและการเผาขยะในเตาเผาของภาคของเสีย

การทบทวนกิจกรรมการปล่อยคาร์บอนดำที่สำคัญเพิ่มเติมคือ การเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรและป่าไม้ ซึ่งมีการรายงานข้อมูลเชิงวิจัยในเอกสารเผยแพร่ หากแต่ยังไม่เป็นข้อมูลทางการของประเทศจากข้อมูลเหล่านี้ จึงนำมาสู่ข้อเสนอแนะเพื่อกำหนดกรอบการประเมินการปล่อยคาร์บอนดำของไทยสำหรับใช้ประกอบการจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนี้ การประเมินปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำด้วยกิจกรรมสำคัญ 3 กลุ่ม ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงในภาคพลังงาน การเผาชีวมวลในภาคเกษตรและป่าไม้ และการเผาขยะในภาคของเสีย โดยแนวทางการประเมินอ้างอิงกรอบวิธีการที่สอดคล้องกับ 2006 IPCC Guidelines ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะนำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนาวิธีการประเมินการปล่อยคาร์บอนดำของหน่วยงานในอนาคต รายละเอียดการดำเนินการแสดงดังนี้

การเผาไหม้เชื้อเพลิงของภาคพลังงาน ทำการรวบรวมข้อมูลเชื้อเพลิงที่ใช้จากตารางดุลยภาพพลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และอ้างอิงค่าการปล่อยคาร์บอนดำจากบทความวิจัย ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้

การเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรและพื้นที่ป่า มีการรายงานข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกและก๊าซตั้งต้นจากการเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรและป่าไม้ในบัญชีก๊าซเรือนกระจกของไทย (3C1a และ 3C1b) ด้วยเหตุนี้ จึงเลือกปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากกิจกรรมการเผาไหม้เพื่อคำนวณหาข้อมูลกิจกรรมคือ ปริมาณชีวมวลที่ถูกเผา และทำการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำด้วยค่าการปล่อยอ้างอิงจากบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเผาขยะในเตาเผาขยะ มีการรายงานข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกและก๊าซตั้งต้นจากการเผาขยะในเตาเผาในบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (4C) ด้วยเหตุนี้ จึงได้ทำการประมาณค่าโดยการจัดทำค่าทดแทน (Proxy) ข้อมูล ด้วยการหาสัมประสิทธิ์การถดถอย (r^2) ระหว่างปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียที่รายงานข้อมูลสำหรับประเทศไทยไว้ ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ r^2 มีค่าค่อนข้างสูงที่ 0.96 และสมการที่ได้คือ สมการเชิงเส้น (Linear equation) (Black carbon = 0.0009 CO_2 + 4.7438) รายละเอียดแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกิจกรรมการเผาขยะในเตาเผาของประเทศไทยด้วยข้อมูลประเมินจากแหล่งอ้างอิงที่มหาวิทยาลัยเยล และมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้

เมื่อได้สมการความสัมพันธ์ข้างต้นแล้ว จึงทำการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำ ด้วยการใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการเผาไหม้ ตามข้อมูลจากบัญชี ก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ตารางที่ 33 รายละเอียดข้อมูลคาร์บอนดำที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัย โคลัมเบียใช้ จากหน่วยงานของไทย และการเลือกใช้ที่เหมาะสม

รายละเอียดข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ข้อมูลที่ใช้/การดำเนินการ
IPCC 2006: Energy, Waste Incineration	ไม่มีข้อมูลรายงาน ปริมาณการปล่อย คาร์บอนดำจาก หน่วยงานในประเทศ	ดำเนินการรวบรวมข้อมูลและทำการประเมินการปล่อยคาร์บอนดำของ ประเทศไทย โดยข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ข้อมูลกิจกรรมจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิง (โดยเฉพาะเชื้อเพลิงแข็งและดีเซล) ภาคพลังงาน ข้อมูล กิจกรรมการเผาชีวมวลสำหรับภาคเกษตร ภาคป่าไม้และการใช้ที่ดิน และข้อมูลการเผาขยะในเตาเผา ภาคของเสียของไทย วิธีการประเมิน ใช้ตาม EPI Yale & Columbia 2020 สำหรับภาคพลังงาน และ ประยุกต์ใช้วิธีการสำหรับภาคเกษตร และภาคป่าไม้และการใช้ที่ดิน

ตารางที่ 34 รายละเอียดการประเมินข้อมูลคาร์บอนดำที่ดำเนินการเพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำสำหรับการจัดทำ EPI+

การประเมินปริมาณคาร์บอนดำ (Black carbon)			
รายละเอียดข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ข้อมูลที่ใช้/การดำเนินการ	
ภาคพลังงาน	การเผาไหม้เชื้อเพลิง (1A1a, 1A1b, 1A2, 1A3, 1A4)	Black carbon = Fuels x EF _{PM} x F _{BC} Black carbon = Fuels x EF _{BC}	1) ข้อมูลกิจกรรมจากรายงานพลังงานของประเทศไทย (พพ.) 2) ค่าการปล่อยจาก Bond et al. (2004, 2007) ตาม EPI Yale & Columbia 2020 โดยหากไม่มีค่าเฉพาะสำหรับเชื้อเพลิงจะพิจารณาเลือกค่าที่ใกล้เคียงแทน
ภาคเกษตรและภาคป่าไม้และการใช้ที่ดิน	การเผาชีวมวล (3C1b Agriculture, 3C1a and 3C1b FOLU)	สมการลักษณะเดียวกับภาคพลังงาน	1) ข้อมูลกิจกรรมจากการคำนวณที่ใช้ปริมาณ CO ในการหาค่าของข้อมูลกิจกรรม 2) ค่าการปล่อยจาก Akagi et al. (2011)
ภาคของเสีย	การเผาขยะในเตาเผา (4C Incineration and Open burning of waste)	Proxy ระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนดำและคาร์บอนไดออกไซด์ของกิจกรรม (ข้อมูลตาม EPI Yale & Columbia 2020) แล้วนำสมการที่ได้มาคำนวณปริมาณคาร์บอนดำจาก CO ₂ จากกิจกรรมภาคของเสียที่กำหนดของประเทศไทย	ปริมาณ CO ₂ จากกิจกรรมการเผาขยะในเตาเผาของประเทศไทย

ข้อมูลปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำ (BLC) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ ln BLC จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า BCB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $BCB = \exp(\beta) - 1$

จากนั้นค่า BCB ถูกนำมาหาค่า BCA โดยหากค่า BCB ที่ได้เป็นค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 กำหนดใช้เป็นอัตราการปล่อย (Growth rate) และเรียกเป็นค่า BCA แต่หากค่า BCB ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0 กำหนดให้คำนวณค่าด้วยสูตรกำหนด ($BCA = BCB \times (1 - BCR)$) โดย BCR หาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง BLC และ GDP โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$\ln(BLC) = \alpha + \beta t$$

$$BCB = \exp(\beta) - 1$$

$$BCA = \begin{cases} BCB & \text{if } BCB \geq 0 \\ BCB \times (1 - BCR) & \text{if } BCB < 0 \end{cases}$$

$$BCR = \text{corr}(BLC, GDP)$$

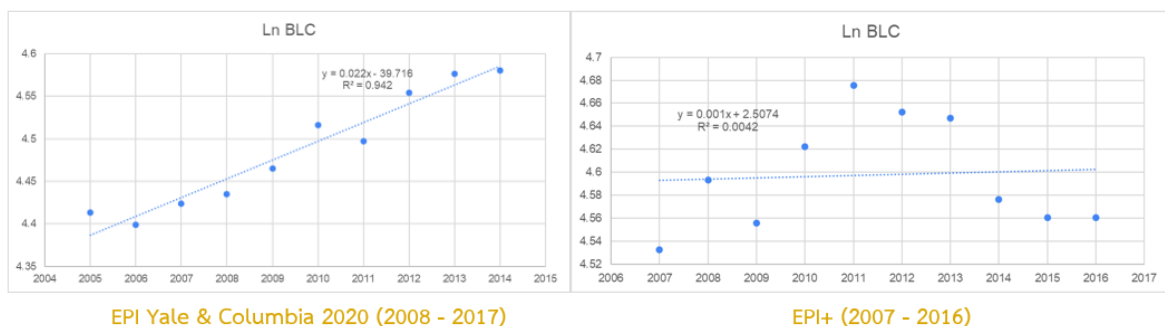
ค่า BCA ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า BCA ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

Performance	Nominal	Raw
Best	-0.0187	-0.0187
Worst	95th percentile	0.0526

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยคาร์บอนดำของ The Community Emissions Data System (CEDS) และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2548 - 2557 (ค.ศ. 2005 - 2014)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการจัดทำค่าทดแทน (Proxy) ข้อมูลอัตราการปล่อยคาร์บอนดำ จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยในการคำนวณด้วยชุดข้อมูลในปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 72.3 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 42.6 คะแนน เนื่องจากผลการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินที่ปรับด้วยแบบจำลองในการปรับและแปลงค่าปริมาณก๊าซที่ปล่อย และรายงานในส่วนการปล่อยจากภาคพลังงานและภาคของเสีย หากแต่ข้อมูลของประเทศไทยที่ใช้ในการประเมิน EPI+ จัดทำจากข้อมูลกิจกรรมโดยตรง (ภาคพลังงานและภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน) และข้อมูลที่ประมาณค่า (Proxy) ในภาคของเสีย จึงมีความแตกต่างของข้อมูลที่ใช้ โดยเฉพาะในปี ค.ศ. 2014 เนื่องจากการประเมิน EPI+ ครอบคลุมแหล่งประเมินที่กว้างกว่า ประกอบกับการเผาชีวมวลจากภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความผันแปรค่อนข้างกว่าภาคพลังงาน ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่แตกต่างจากมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้ ดังแสดงในภาพที่ 14 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ แสดงดังตารางที่ 35



ภาพที่ 14 ข้อมูลปริมาณการปล่อยคาร์บอนดำตามเวลา

ตารางที่ 35 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยคาร์บอนดำ

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
42.6 คะแนน	Black Carbon intensity trend	Community Emissions Data Systems	72.3 คะแนน	ข้อมูลการปล่อยจากการเผาเชื้อเพลิงของภาคพลังงาน การเผาชีวมวลของภาคเกษตรและภาคป่าไม้และการใช้ที่ดิน และการเผาขยะในเตาเผาของภาคของเสีย	- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน - สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+29.7 คะแนน
ข้อมูลปี	2005 - 2014		ข้อมูลปี	2005 - 2014		
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และครอบคลุมแหล่งประเมินที่กว้างกว่า (รวมภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน) รวมทั้งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(6) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน (CO₂ from land cover)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน หมายถึง อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่ดินตามเวลา โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมป่า โดยพิจารณาในส่วนมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน และไม้ตาย และทำการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยค่าการปล่อยที่แนะนำตาม IPCC

กรอบตัวแปรคือ อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน (CO₂ emissions from land cover) มีแหล่งข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียใช้คือ FLINT system โดย Mullion Group ในประเทศออสเตรเลีย โดยแนวทางการประเมินโดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมป่า (Forest cover change) จาก Hansen et al. (2013) และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเทียร์ 1 ของ IPCC (IPCC Tier 1 Emission Factors) (Eggleston et al., 2006) โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน (Aboveground and belowground biomass) และไม้ตาย (Dead organic matter) และกำหนดให้พิจารณาเฉพาะพื้นที่ป่า

ทั้งนี้ จากการทบทวนข้อมูลในประเทศ พบว่าข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่ใช้ตามมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียคือ ข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากกิจกรรม 3B2b พื้นที่ดินเปลี่ยนเป็นพื้นที่เพาะปลูก และกิจกรรม 3B6b พื้นที่ดินเปลี่ยนเป็นพื้นที่อื่น ในรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยที่จัดทำโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีวิธีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามวิธีการของ 2006 IPCC Guidelines

ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน (CDL) ถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ ln CDL จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า LCB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $LCB = \exp(\beta) - 1$ โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$\ln(CDL) = \alpha + \beta t$$

$$LCB = \exp(\beta) - 1$$

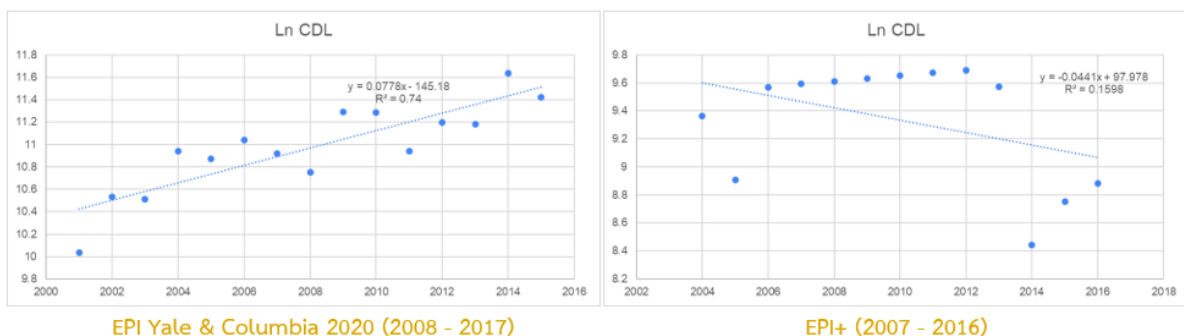
ค่า LCB ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า LCB ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

Performance	Nominal	Raw
Best	5th percentile	-0.0786
Worst	95th percentile	0.1685

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดินของ Mullion Group และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2544 - 2558 (ค.ศ. 2001 - 2015)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดินของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 85.7 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 35.5 คะแนน เนื่องจากผลการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินที่ใช้การเปลี่ยนแปลงสิ่งปลูกคลุมป่าร่วมกับข้อมูลที่ย่อส่วน (Downscale) จาก FAOSTAT แต่ข้อมูลของประเทศไทยที่ใช้ในการประเมิน EPI+ จัดทำจากข้อมูลที่รายงานโดยหน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูลโดยตรง จึงมีความแตกต่างของข้อมูลที่ใช้ โดยเฉพาะในปี ค.ศ. 2014 - 2015 ทำให้ข้อมูลมีความผันแปรที่สูงกว่ามาก ดังแสดงในภาพที่ 15 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 36



ภาพที่ 15 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดินตามเวลา

ตารางที่ 36 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
35.5 คะแนน	CO ₂ emissions from land cover change (LULC)	FLINTpro®	85.7 คะแนน	ปริมาณการปล่อย CO ₂ จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+50.2 คะแนน
ข้อมูลปี	2001 - 2015		ข้อมูลปี	2004 - 2016		
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง และใช้ข้อมูลจาก FAOSTAT แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(7) ตัวชี้วัดสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร (GHG per capita) รอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดต่อประชากร 1 คน โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และกลุ่มฟลูออรีเนต) ที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines โดยเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากภาคการปล่อยต่าง ๆ ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) ที่รายงานในหน่วยจิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (GgCO₂eq) และเป็นปริมาณที่ถูกนำมาหาสัดส่วนต่อหน่วยประชากร

รอบตัวแปรคือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยประชากร เป็นผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และกลุ่มฟลูออรีเนต สำหรับข้อมูลของประเทศไทยใช้แหล่งข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลเดียวกันกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหัวข้อก่อนหน้า จากนั้นปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจะถูกนำมาหาสัดส่วนต่อหน่วยประชากร โดยข้อมูลประชากรที่รายงานค่าอย่างเป็นทางการของประเทศไทยมีแหล่งข้อมูลจากกรมการปกครอง ทั้งนี้ ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) เป็นผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และกลุ่มฟลูออรีเนตที่ปรับตามค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) โดยที่ GWP ของก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์มีค่าเท่ากับ 25 และ 298 ตามลำดับ จากนั้นหาสัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร (GHP) โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$GHG = CDO + FOG + 298 \times NOT + 25 \times CH4$$

$$GHP = GHG \div POP$$

ค่า GHP ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า GHP ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยสูตรคำนวณและค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

$$\text{Indicator Score} = (X - W) / (B - W) \times 100$$

X คือ ค่าข้อมูลของประเทศนั้นๆ

B คือ ค่าที่ดีที่สุด W คือ ค่าต่ำที่สุด

Performance	Nominal	Raw	Transformed
Best	5th percentile	0.001	-6.9467
Worst	95th percentile	0.0225	-3.7924

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากรของ Potsdam Institute for Climate Impact Research และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2551 - 2560 (ค.ศ. 2008 - 2017)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ข้อมูลปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว) และข้อมูลจำนวนประชากรรายปีของกรมการปกครอง โดยพบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 44.9 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 37.7 คะแนน โดยค่าคะแนนที่แตกต่างนั้น เป็นผลมาจากแหล่งข้อมูลที่ใช้แตกต่างกัน ทั้งนี้ ได้อธิบายรายละเอียดไว้แล้วในหัวข้อต่าง ๆ ก่อนหน้า โดยมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ผลการประเมินตัวชี้วัดสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
37.7 คะแนน	GHG emissions per capita	Potsdam Institute for Climate Impact Research	44.9 คะแนน	ปริมาณการปล่อย GHG	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+7.2 คะแนน
ข้อมูลปี	2008 - 2017		ข้อมูลปี	ข้อมูลจำนวนประชากร	กรมการปกครอง	
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และเป็นผลแตกต่างในภาพรวมของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ รวมทั้งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(8) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GHG intensity trend)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ตามเวลา โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และกลุ่มฟลูออรีน) ที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines โดยเป็นปริมาณการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากภาคการปล่อยต่าง ๆ ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) ที่รายงานในหน่วยจิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($GgCO_2eq$) และเป็นปริมาณที่ถูกนำมาหาสัดส่วนต่อหน่วย GDP

กรอบตัวแปรคือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) เป็นผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และกลุ่มฟลูออรีเนต โดยสำหรับข้อมูลประเทศไทยใช้แหล่งข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลเดียวกันกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหัวข้อก่อนหน้า จากนั้นปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจะถูกนำมาหาสัดส่วนต่อหน่วย GDP โดยข้อมูล GDP ที่รายงานค่าอย่างเป็นทางการของประเทศไทย มีแหล่งข้อมูลจากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และได้ทำการปรับหน่วยเป็นดอลลาร์สหรัฐ (USD, \$) ด้วยอัตราแลกเปลี่ยนในปี 2011 ที่ 30.474 บาทต่อ USD

ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) จากทุกกิจกรรมการประเมิณในประเทศไทย ไม่รวมภาคการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และป่าไม้ (LULUCF) ถูกนำมาหาสัดส่วนต่อ GDP เรียกว่า GHI แล้วจึงถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ $\ln GHI$ จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า GIB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $GIB = \exp(\beta) - 1$ โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$GHG = CDO + FOG + 298 \times NOT + 25 \times CH4$$

$$GHI = GHG \div GDP$$

$$\ln(GHI) = \alpha + \beta t$$

$$GIB = \exp(\beta) - 1$$

ค่า GIB ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า GIB ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยสูตรคำนวณและค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

$$\text{Indicator Score} = (X - W) / (B - W) \times 100$$

X คือ ค่าข้อมูลของประเทศนั้นๆ

B คือ ค่าที่ดีที่สุด

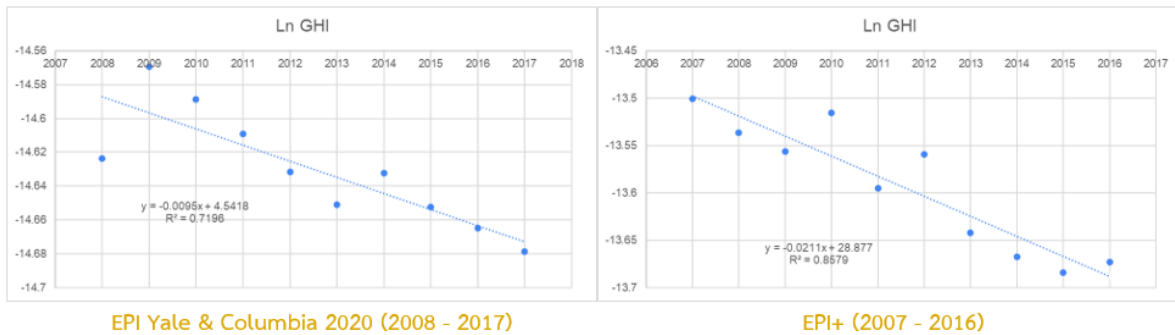
W คือ ค่าต่ำที่สุด

Performance	Nominal	Raw
Best	5th percentile	-0.0673
Worst	95th percentile	0.0297

การคำนวณค่าคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้ใช้ข้อมูลการคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศของ Potsdam Institute for Climate Impact Research และเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2551 - 2560 (ค.ศ. 2008 - 2017)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2559 - 2564 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความคิดเห็นจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่า ประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 50.2 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 40.4 คะแนน โดยค่าคะแนนที่แตกต่างนั้นเป็นผลมาจากแหล่งข้อมูลที่ใช้แตกต่างกัน ทั้งนี้ ได้อธิบายรายละเอียดไว้แล้วในหัวข้อต่าง ๆ ก่อนหน้า อย่างไรก็ตาม แนวโน้มข้อมูล GHI มีความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลจากมหาวิทยาลัยเยลและโคลัมเบียและข้อมูลจากหน่วยงานของประเทศไทย โดยมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 38



ภาพที่ 16 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ 38 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
40.4 คะแนน	GHG emissions per GDP	Potsdam Institute for Climate Impact Research	50.2 คะแนน	ปริมาณการปล่อย GHG ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP)	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	+9.8 คะแนน
ข้อมูลปี	2008 - 2017		ข้อมูลปี	2007 - 2016		
หมายเหตุ	EPI Yale & Columbia 2020 ใช้แหล่งข้อมูลที่มีการปรับและคำนวณจากแบบจำลอง แต่ EPI+ ใช้ข้อมูลกิจกรรมของประเทศโดยตรงในการคำนวณ และเป็นผลแตกต่างในภาพรวมของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ รวมทั้งเป็นข้อมูลที่ได้รับความคิดเห็นจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ					

(9) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับนโยบายและแผนของประเทศ

ตัวชี้วัดด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีความสำคัญกับอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสารตั้งต้นต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยปัจจุบันประเทศไทยได้กำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และภาคของเสีย และมีเป้าหมายในการส่งเสริมการผลิตและใช้พลังงานทดแทนของประเทศ นอกจากนี้ ยังมีเป้าหมายในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยกำหนดเป็นอันดับความเสี่ยงด้านภูมิอากาศ เพื่อส่งเสริมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคส่วนที่ได้รับผลกระทบ รวมถึงเป้าหมายในการเพิ่มพื้นที่ป่า เพื่อเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ โดยมีรายละเอียดนโยบายและแผน รวมทั้งเป้าหมายสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 39

ตารางที่ 39 นโยบาย/แผน และเป้าหมายของประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตัวชี้วัด	เป้าหมายตามนโยบายและแผนของประเทศ
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกภาคส่วนลดลงจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามกรณีปกติ	<p>- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน ในแผนย่อย การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ มีเป้าหมายคือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยลดลง</p> <p>- (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ในเป้าหมายที่ 4 การเปลี่ยนผ่านไปสู่ความยั่งยืน มีตัวชี้วัดคือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และค่าเป้าหมายปี 2570 คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม (สาขาพลังงานและขนส่ง/อุตสาหกรรม/การจัดการของเสีย) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 จากการปล่อยในกรณีปกติ (สถานะปัจจุบันคือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานในปี 2563 ลดลงร้อยละ 16 จากการปล่อยในกรณีปกติ</p> <p>- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ในเป้าหมายย่อย 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบาย ยุทธศาสตร์ และการวางแผนระดับชาติ มีตัวชี้วัด 13.2.1 จำนวนประเทศที่มีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (NDCs) ยุทธศาสตร์ระยะยาว แผนการปรับตัวฯ และตัวชี้วัด 13.2.2 ปริมาณรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี</p>
อันดับความเสี่ยงด้านภูมิอากาศ	<p>- (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ในเป้าหมายที่ 5 การเสริมสร้างความสามารถของประเทศในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยงภายใต้บริบทโลกใหม่ มีตัวชี้วัดคือ อันดับความเสี่ยงด้านภูมิอากาศ และมีเป้าหมาย คือ อันดับเฉลี่ย 5 ปี (2566 - 2570) ไม่ต่ำกว่า 40 (สถานะปัจจุบันคือ อันดับเฉลี่ย 5 ปี (2558 - 2562) เท่ากับ 36.8</p> <p>- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ในเป้าหมายย่อย 13.1 เสริมภูมิทัศน์ทางและขีดความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ มีตัวชี้วัด 13.1.1 คือ</p>

ตัวชี้วัด	เป้าหมายตามนโยบายและแผนของประเทศ
	จำนวนผู้เสียชีวิต สูญหาย และผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากภัยพิบัติต่อประชากร 100,000 คน และในเป้าหมายย่อย 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบาย ยุทธศาสตร์ และการวางแผนระดับชาติ มีตัวชี้วัด 13.2.1 จำนวนประเทศที่มีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (NDCs) ยุทธศาสตร์ระยะยาว แผนการปรับตัวฯ
สัดส่วนของการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้น	<p>- (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ในหมวดหมายที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ เป้าหมายที่ 3 การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำและยั่งยืนเพื่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษลดลงและประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีตัวชี้วัด คือ สัดส่วนของการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 24 ภายในปี 2570</p> <p>- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ในเป้าหมายย่อย 12.A ส่งเสริมการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืนยิ่งขึ้น มีตัวชี้วัด 12.A.1 คือ กำลังผลิตติดตั้งพลังงานหมุนเวียนในประเทศกำลังพัฒนา (วัดต่อหัวประชากร)</p>
สัดส่วนการใช้พลังงานต่อ GDP	<p>- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 - 2580) มีตัวชี้วัดคือ สัดส่วนการใช้พลังงานต่อ GDP และเป้าหมายคือ สัดส่วนการใช้พลังงานต่อ GDP ลดลงอย่างน้อย ร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ. 2580 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553)</p> <p>- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ในเป้าหมายย่อย 12.C อุดหนุนเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ไร้ประสิทธิภาพและนำไปสู่การบริโภคที่สิ้นเปลืองมีความสมเหตุสมผล มีตัวชี้วัด 12.C.1 คือ สัดส่วนของเงินอุดหนุนเชื้อเพลิงฟอสซิลต่อ GDP และสัดส่วนของเงินอุดหนุนเชื้อเพลิงฟอสซิลต่อค่าใช้จ่ายรวมของประเทศ ในด้านเชื้อเพลิงฟอสซิล</p>
พื้นที่ป่าไม้	<p>- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 - 2580) มีตัวชี้วัดและเป้าหมายคือ พื้นที่ป่าไม้ที่ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ</p> <p>- (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ในหมวดหมายที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ เป้าหมายที่ 2 การอนุรักษ์ ฟื้นฟูและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มีตัวชี้วัดและเป้าหมายคือ พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น โดยเป็นป่าไม้ธรรมชาติ ร้อยละ 33 และพื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ 12 ของพื้นที่ประเทศภายในปี 2570</p>

2.3.9 ดัชนีย่อยการปลดปล่อยมลพิษ (Pollution emissions)

จากการทบทวนวิธีการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการปลดปล่อยมลพิษ พบว่าข้อมูลที่ใช้ในการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมในปี ค.ศ. 2020 คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซตั้งต้น (Precursor) จากภาคการปล่อยต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ต่าง ๆ ของไนโตรเจน จากภาคการปล่อยต่าง ๆ โดยเป็นการประเมินในลักษณะของการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ตามข้อเสนอแนะในคู่มือ IPCC Guidelines ทั้งนี้ ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการปลดปล่อยมลพิษในปีก่อนหน้า ได้มีการประเมินในด้านอากาศ (Air) คุณภาพอากาศ (Air quality) มลพิษทางอากาศ (Air pollution) แต่ในบางรอบปีรายงาน (ค.ศ. 2014 และ 2016) ไม่มีการประเมินด้านอากาศหรือการปลดปล่อยมลพิษ สำหรับในปี รายงานล่าสุด (ค.ศ. 2020) ได้ปรับเป็นดัชนีย่อยการปลดปล่อยมลพิษ ด้วยเหตุนี้ ตัวชี้วัดที่พิจารณาจึงมีความหลากหลาย ครอบคลุมด้านมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะในบรรยากาศทั่วไป เช่น โอโซน ฝุ่นละออง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ต่าง ๆ ของไนโตรเจน และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (ไม่รวมมีเทน) (NMVOCs)

จากการสืบค้นและตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการรายงานข้อมูลปริมาณการปล่อย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ต่างๆ ของไนโตรเจนจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของ ประเทศไทย โดยการประเมินเริ่มรายงานผลในปี ค.ศ. 1994 และในปัจจุบันการรายงานข้อมูลปริมาณ ก๊าซเรือนกระจกในรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยมีการดำเนินการที่ครอบคลุมและต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของไทย คือ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีการรายงานข้อมูลทุก 2 ปี และรายงานฉบับล่าสุดถูกส่งไปยังองค์การสหประชาชาติ ภายใต้กรอบอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) ในเดือนธันวาคม 2563

ด้วยเหตุนี้ จึงได้รวบรวมรายชื่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดการประเมินด้านการปลดปล่อยมลพิษที่ผ่านมา ได้แก่ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และหน่วยงานด้านพลังงาน อุตสาหกรรม ป่าไม้ และภาคส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อร่วมประชุมในการรับฟัง ข้อคิดเห็นและเสนอแนะของหน่วยงาน ตลอดจนเพื่อหารือด้านข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประเมินตัวชี้วัด ด้านการปลดปล่อยมลพิษที่เหมาะสมจากหน่วยงานของประเทศไทย หรือช่องว่างด้านข้อมูลที่ต้องการ ผ่านการประชุมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การสอบถามสถานะและความพร้อมของข้อมูล ตลอดจน การจัดประชุมแลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่อดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการปลดปล่อยมลพิษ อันนำมาสู่ข้อสรุปของการเลือกใช้ตัวชี้วัดและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม

ผลสรุปการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมด้านการปลดปล่อยมลพิษ จะใช้ข้อมูลจาก สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก เนื่องจากมีวิธีการประเมินปริมาณ ก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับรูปแบบข้อมูลที่ทางมหาวิทยาลัยเยลและโคลัมเบียใช้คือ การประเมินตาม วิธีการของ IPCC Guidelines

ในการดำเนินงานของ EPI Yale & Columbia 2020 ได้แบ่งดัชนีดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม ด้านการปลดปล่อยมลพิษออกเป็น 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน มีรายละเอียด ดังนี้

(1) **ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด**

อัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หมายถึง อัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามเวลา โดยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines โดยมีกรอบตัวแปรคือ ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ ln SO₂ จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อยหรือค่า β และทำการหาค่า CHB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $SDB = \exp(\beta) - 1$

จากนั้นค่า SDB ถูกนำมาหาค่า SDA โดยหาค่า SDB ที่ได้เป็นค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 กำหนดใช้เป็นอัตราการปล่อย (Growth rate) และเรียกเป็นค่า SDA แต่หาค่า SDB ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0 กำหนดให้คำนวณค่าด้วยสูตรกำหนด ($SDA = SDB \times (1 - SDR)$) โดย SDR หาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง SO₂ และ GDP โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$\ln(SO_2) = \alpha + \beta t$$

$$SDB = \exp(\beta) - 1$$

$$SDA = \begin{cases} SDB & \text{if } SDB \geq 0 \\ SDB \times (1 - SDR) & \text{if } SDB < 0 \end{cases}$$

$$SDR = \text{corr}(SO_2, GDP)$$

ค่า SDA ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า SDA ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

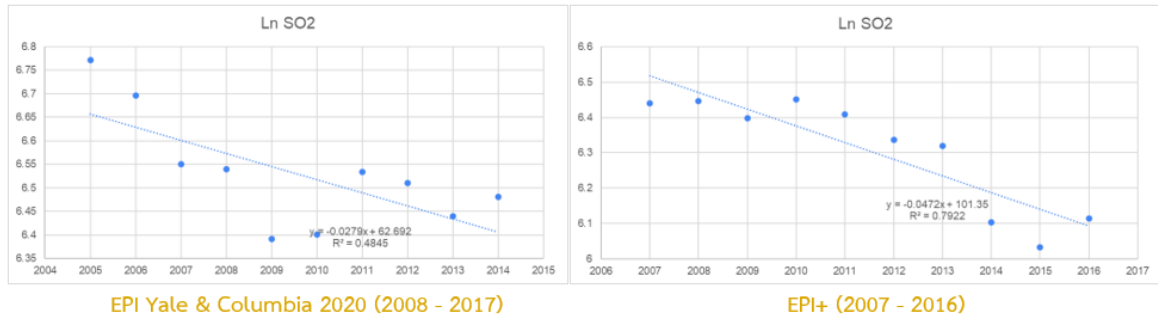
Performance	Nominal	Raw
Best	-0.0394	-0.0394
Worst	95th percentile	0.111

การคำนวณคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จาก The Community Emissions Data System (CEDS) โดยเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2544 - 2558 (ค.ศ. 2001 - 2015)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 100.0 คะแนน เช่นเดียวกับการใช้ข้อมูลของ EPI Yale & Columbia 2020 โดยการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินจากข้อมูลปริมาณก๊าซที่ปล่อยด้วยการใช้แบบจำลองในการปรับและแปลงค่าปริมาณก๊าซจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่แต่ละประเทศรายงานต่อ UNFCCC ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมและคำนวณหรือตัดแปลงค่าตาม Community Emissions Data Systems เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบหรือวิธีการประเมินเดียวกันคือ การประเมินตาม IPCC Guidelines

ในขณะที่ข้อมูลของไทยจัดทำจากข้อมูลกิจกรรมโดยตรง อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มของข้อมูลที่สอดคล้องกันระหว่างค่า EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ประกอบกับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีแนวโน้มที่ลดลง จึงทำให้ตัวชี้วัดนี้ได้คะแนนสูง (100.0 คะแนน) ซึ่งคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 มีค่าไม่แตกต่างกับ EPI+ แม้ว่าใช้แหล่งข้อมูลในการประเมินที่แตกต่างกันก็ตาม ดังแสดงในภาพที่ 17 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 40



ภาพที่ 17 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามเวลา

ตารางที่ 40 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
100 คะแนน	SO ₂ intensity trend	CEDS	100.0 คะแนน	อัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-
ข้อมูลปี	2005 - 2014		ข้อมูลปี	2007 - 2016		
หมายเหตุ	ข้อมูลของประเทศและค่าที่ปรับด้วยแบบจำลอง					

(2) ตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

อัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน หมายถึง อัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนตามเวลา โดยปริมาณก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่ปล่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่กำหนดตามกรอบการประเมินใน IPCC Guidelines โดยมีกรอบตัวแปร คือข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) จากทุกกิจกรรมการประเมินในประเทศไทย ถูกปรับค่าให้เป็นค่า ln คือ ln NO_x จากนั้นนำมาสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและเวลา และค่าความชันกราฟที่ได้เป็นอัตราการปล่อย หรือค่า β และทำการหาค่า NXB หรือ unadjusted average annual growth rate ของการปล่อยก๊าซด้วยสูตร $NXB = \exp(\beta) - 1$

จากนั้นค่า NXB ถูกนำมาหาค่า NXA โดยหาค่า NXB ที่ได้เป็นค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 กำหนดใช้เป็นอัตราการปล่อย (growth rate) และเรียกเป็นค่า NXA แต่หาค่า NXB ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0 กำหนดให้คำนวณค่าด้วยสูตรกำหนด ($NXA = NXB \times (1 - NXR)$) โดย NXR หาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง NO_x และ GDP โดยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้แสดงดังต่อไปนี้

$$\ln(NOX) = \alpha + \beta t$$

$$NXB = \exp(\beta) - 1$$

$$NXA = \begin{cases} NXB & \text{if } NXB \geq 0 \\ NXB \times (1 - NXR) & \text{if } NXB < 0 \end{cases}$$

$$NXR = \text{corr}(NOX, GDP)$$

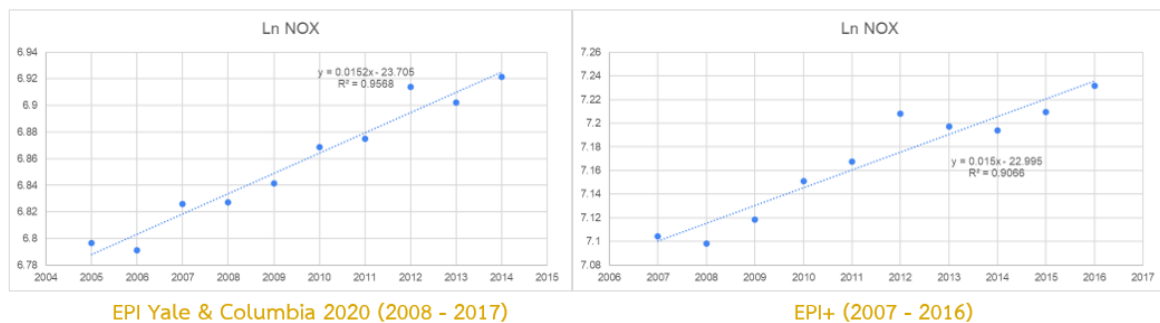
ค่า NXA ที่ได้ถูกนำมาคำนวณเป็นค่าคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับค่า NXA ของประเทศอื่น ๆ ที่ประเมินด้วยค่าคะแนนที่ดีที่สุด (Best) และต่ำที่สุด (Worst) ดังแสดงต่อไปนี้

Performance	Nominal	Raw
Best	-0.0394	-0.0394
Worst	95th percentile	0.0892

การคำนวณคะแนนของ EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจาก The Community Emissions Data System (CEDS) โดยเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2544 - 2558 (ค.ศ. 2001 - 2015)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลอัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2550 - 2559 (ค.ศ. 2007 - 2016) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติแล้ว พบว่าประเทศไทยมีค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 57.6 คะแนน ซึ่งใกล้เคียงกับการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 57.4 คะแนน เนื่องจากผลการประเมินของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียเป็นการประเมินจากข้อมูลปริมาณก๊าซที่ปล่อยด้วยการใช้แบบจำลองในการปรับและแปลงค่าปริมาณก๊าซจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่แต่ละประเทศรายงานต่อ UNFCCC ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมและคำนวณหรือตัดแปลงค่าตาม Community Emissions Data Systems เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบหรือวิธีการประเมินเดียวกัน คือ การประเมินตาม IPCC Guidelines ในขณะที่ข้อมูลของไทยจัดทำจากข้อมูลกิจกรรมโดยตรง อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มของข้อมูลที่สอดคล้องกันระหว่าง EPI Yale & Columbia 2020 กับ EPI+ ดังแสดงในภาพที่ 18 และมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 41



ภาพที่ 18 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนตามเวลา

ตารางที่ 41 ผลการประเมินตัวชี้วัดอัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
57.4 คะแนน	NO _x intensity trend	CEDS	57.6 คะแนน	อัตราการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+0.2 คะแนน
ข้อมูลปี	2001 - 2015		ข้อมูลปี	2007 - 2016		
หมายเหตุ	ข้อมูลของประเทศและค่าที่ปรับด้วยแบบจำลอง					

(3) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยการปลดปล่อยมลพิษกับนโยบายและแผนของประเทศ

ตัวชี้วัดด้านการปลดปล่อยมลพิษให้ความสำคัญกับอัตราการปล่อยก๊าซต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพอากาศ และเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการเป็นก๊าซตั้งต้น (Precursor) โดยเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ จะส่งผลร่วมในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพอากาศเช่นกัน ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้กำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคส่วนต่าง ๆ หรือเป้าหมายในการส่งเสริมการผลิตและใช้พลังงานทดแทนของประเทศและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน รวมทั้งเป้าหมายในการเพิ่มพื้นที่ป่า ซึ่งจะช่วยลดปริมาณมลพิษที่ปล่อยจากการเผาป่า นอกจากนี้ยังมีแผนเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษทางอากาศของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีเป้าหมายในการควบคุมแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศหรือวิธีการอื่น ๆ ในการลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ เช่น การกำหนดพื้นที่จัดการมลพิษทางอากาศ การควบคุมยานพาหนะที่ก่อให้เกิดมลพิษเกินกว่าข้อกำหนด เป็นต้น โดยมีรายละเอียดนโยบายและแผน รวมทั้งเป้าหมายสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 42

ตารางที่ 42 นโยบาย/แผน และเป้าหมายของประเทศที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยมลพิษ

ตัวชี้วัด	เป้าหมายตามนโยบายและแผนของประเทศ
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกภาคส่วนลดลงจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามกรณีปกติ	<p>- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน ในแผนย่อยการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ ที่มีเป้าหมายคือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยลดลง</p> <p>- (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ในเป้าหมายที่ 4 การเปลี่ยนผ่านไปสู่ความยั่งยืน มีตัวชี้วัดคือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และค่าเป้าหมายปี 2570 คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม (สาขาพลังงานและขนส่ง/อุตสาหกรรม/การจัดการของเสีย) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 จากการปล่อยในกรณีปกติ (สถานะปัจจุบันคือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานในปี 2563 ลดลงร้อยละ 16 จากการปล่อยในกรณีปกติ)</p> <p>- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ในเป้าหมายย่อย 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบาย ยุทธศาสตร์ และการวางแผนระดับชาติ มีตัวชี้วัด 13.2.1 จำนวนประเทศที่มีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (NDCs) ยุทธศาสตร์ระยะยาว แผนการปรับตัวฯ และตัวชี้วัด 13.2.2 ปริมาณรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี</p>
สัดส่วนของการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้น	<p>- (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ในหมวดหมายที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ เป้าหมายที่ 3 การสร้างสังคมคาร์บอนต่ำและยั่งยืนเพื่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษลดลงและประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีตัวชี้วัด คือ สัดส่วนของการใช้พลังงานทดแทนต่อปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 24 ภายในปี 2570</p> <p>- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ในเป้าหมายย่อย 12.A ส่งเสริมการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืนยิ่งขึ้น มีตัวชี้วัด 12.A.1 คือ กำลังผลิตติดตั้งพลังงานหมุนเวียนในประเทศกำลังพัฒนา (วัดต่อหัวประชากร)</p>
สัดส่วนการใช้พลังงานต่อ GDP	<p>- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 - 2580) มีตัวชี้วัดคือ สัดส่วนการใช้พลังงานต่อ GDP และเป้าหมายคือ สัดส่วนการใช้พลังงานต่อ GDP ลดลงอย่างน้อย ร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ. 2580 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553)</p> <p>- แผนขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน พ.ศ. 2560 - 2580 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ในเป้าหมายย่อย 12.C อุดหนุนเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ไร้ประสิทธิภาพและนำไปสู่การบริโภคที่สิ้นเปลืองมีความสมเหตุสมผล มีตัวชี้วัด 12.C.1 คือ สัดส่วนของเงินอุดหนุนเชื้อเพลิงฟอสซิลต่อ GDP และสัดส่วนของเงินอุดหนุนเชื้อเพลิงฟอสซิลต่อค่าใช้จ่ายรวมของประเทศ ในด้านเชื้อเพลิงฟอสซิล</p>

ตัวชี้วัด	เป้าหมายตามนโยบายและแผนของประเทศ
พื้นที่ป่าไม้	<p>- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2580 มีตัวชี้วัดและเป้าหมายคือ พื้นที่ป่าไม้ที่ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ</p> <p>- (ร่าง) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ในหมวดหมู่ที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ</p> <p>เป้าหมายที่ 2 การอนุรักษ์ พื้นฟูและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มีตัวชี้วัดและเป้าหมายคือ พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น โดยเป็นป่าไม้ธรรมชาติ ร้อยละ 33 และพื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ 12 ของพื้นที่ประเทศภายในปี 2570</p>
มาตรการ/แผนการดำเนินงานในการจัดการมลพิษทางอากาศในพื้นที่เป้าหมาย	<p>- แผนปฏิบัติราชการรายปี (พ.ศ. 2565) ของกรมควบคุมมลพิษ แผนปฏิบัติราชการ เรื่อง การจัดการคุณภาพอากาศและเสียง มีตัวชี้วัดและเป้าหมายคือ มีมาตรการ/แผนจัดการมลพิษทางอากาศในพื้นที่เป้าหมาย 4 พื้นที่ มีการดำเนินการตามมาตรการจัดการมลพิษทางอากาศในพื้นที่เป้าหมาย ที่ร้อยละ 100 มีระดับความสำเร็จของการตรวจสอบ ตรวจจับ และห้ามใช้ยานพาหนะในพื้นที่วิกฤต ไม่น้อยกว่า 12,000 คัน และแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทยานพาหนะปฏิบัติตามกฎหมาย ที่ร้อยละ 98</p>
คุณภาพสิ่งแวดล้อม	<p>- นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยความมั่นคงแห่งชาติ พ.ศ. 2562 - 2565 ในนโยบายที่ 11 รักษา ความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์คือ การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นรากฐานการพัฒนาอย่างสมดุลและยั่งยืน มีตัวชี้วัดคือ ระดับความสำเร็จในการจัดการสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพและสามารถป้องกันหรือลดผลกระทบต่อชุมชนจากการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานระดับสากลและพันธกรณีของไทย</p>

2.3.10 ดัชนีย่อยเกษตรกรรม (Agriculture)

ดัชนีย่อยด้านเกษตรกรรมของการจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงการเลือกใช้ตัวชี้วัดในแต่ละปี โดยในปี พ.ศ. 2549 - 2557 (ค.ศ. 2006 - 2014) ให้ความสำคัญกับการเลือกใช้ข้อมูล เงินอุดหนุนทางการเกษตร (Agricultural subsidies) และกฎหมายเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Pesticide regulation) จากนั้นในปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ใช้ตัวชี้วัดด้านสมดุลไนโตรเจน (Nitrogen balance) และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (Nitrogen use efficiency) และต่อมาในปี พ.ศ. 2561 - 2563 (ค.ศ. 2018 - 2020) จึงได้เปลี่ยนมาใช้ตัวชี้วัดดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืน (Sustainable Nitrogen Management Index (SNM) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ตัวชี้วัดดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืน (Sustainable Nitrogen Management Index)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

ดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืน หมายถึง การวัดประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตทางการเกษตร เป็นการสร้างสมดุลของประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้ผลผลิตสูงสุด โดยกำหนดให้มีเงื่อนไขประสิทธิภาพในการปลูกพืชที่สำคัญ 2 ด้าน ได้แก่ ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Nitrogen Use Efficiency, NUE) และประสิทธิภาพการใช้ที่ดิน (ปริมาณผลผลิต)

NUE เป็นการวัดประสิทธิภาพของการใช้ไนโตรเจน (N) ในการผลิตพืชผลทางการเกษตร โดยทั่วไปค่านี้มีผลเชิงบวกกับประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การใช้ค่า NUE ในการจัดลำดับประสิทธิภาพของแต่ละประเทศภายใต้ SDG2 อาจประสบปัญหาได้ เนื่องจาก 1) NUE เป็นค่าของผลรวมไนโตรเจนทั้งหมดที่เติมลงไปบนดิน ได้แก่ ปุ๋ยเคมี (Nfer) ปุ๋ยคอก (Nman) ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกตรึงโดยพืชตระกูลถั่ว (Nfix) การสะสมไนโตรเจนในดิน (Ndep) และปริมาณไนโตรเจนที่ติดไปกับผลผลิต (NYield) โดยทั่วไป NUE จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 1 ซึ่งค่าที่อยู่ระหว่าง 0.5 - 0.9 จะแสดงถึงประสิทธิภาพการใส่ไนโตรเจนที่มีการสูญเสียไนโตรเจนน้อย แต่ค่า NUE อาจสูงกว่า 1 ได้ในกรณีที่สูญเสียไนโตรเจนไปกับผลผลิตแล้วไม่มีการเติมไนโตรเจนกลับลงไปในดินทำให้ดินเสื่อมโทรม ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ผลผลิตลดลง และ 2) NUE จะมีค่าสูงมากเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนน้อย และขณะเดียวกันก็ได้ผลผลิตก็น้อยด้วย ซึ่งในกรณีนี้จะไม่สอดคล้องกับ SDG2 ที่จะลดผู้หิวโหย ดังนั้น SNMI จึงต้องพิจารณาทั้งสองส่วนคือ ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย N ในการผลิตพืช (NUE) และประสิทธิภาพของการใช้ที่ดิน (ปริมาณผลผลิต, NYield) เพื่อการจัดลำดับคะแนนด้านเกษตรกรรมของแต่ละประเทศ โดยมีกรอบตัวแปรคือ ข้อมูลที่มหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียนำมาจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมปี 2020 (EPI Yale & Columbia 2020) ด้านเกษตรกรรม ซึ่งอ้างอิงแหล่งข้อมูลจาก University of Maryland, Center for Environmental Science (UMCES) ในผลการศึกษารื่อง Sustainable Nitrogen Management Index (Zhang and Davidson, 2019) ที่ได้นำเสนอสมการในการคำนวณค่า SNMI ดังนี้

$$SNMI_{co} = \sqrt{(1 - NYield_{co}^*)^2 + (1 - NUE_{co}^*)^2}$$

โดยที่

$$NYield_{co}^* = \begin{cases} NYield_{co}/NYield_{ref} & (NYield_{co} \leq NYield_{ref}) \\ 1 & (NYield_{co} > NYield_{ref}) \end{cases}$$

$$NUE_{co}^* = \begin{cases} NUE_{co} & (NUE_{co} \leq 1) \\ 1 - (NUE_{co} - 1) & (1 < NUE_{co} \leq 2) \\ 0 & (NUE_{co} > 2) \end{cases}$$

ทั้งนี้ได้ระบุค่า $NYield_{ref}$ เท่ากับ $90 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$

ซึ่งในการคำนวณตามสมการข้างต้น ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่า NUE ดังแสดงในสมการ

$$NUE = \frac{N_{yield}}{N_{fer} + N_{man} + N_{fix} + N_{dep}}$$

โดยที่

N_{yield} Harvested Nitrogen เป็นปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในผลผลิตพืช ใช้ข้อมูลปริมาณผลผลิตพืชทั้งหมดจาก FAOSTAT ($Y_{co,cr,yr}$) และปริมาณไนโตรเจนในพืชแต่ละชนิด ($NCcr$) จาก Bouwman et al. (2005) ดังสมการ

$$N_{yield,co,cr,yr} = Y_{co,cr,yr} * NCcr$$

โดยที่ co = country, cr = crop, yr = year

N_{fer} Nitrogen fertilizer เป็นปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งใช้ข้อมูลจาก FAOSTAT ซึ่งมีข้อมูลการใช้ปุ๋ยของแต่ละประเทศตั้งแต่ปี 1961 ถึงปัจจุบัน และใช้ข้อมูลอัตราการใช้ปุ๋ยของพืชแต่ละชนิดจาก International Fertilization Association (IFA) (Heffer, 2013)

$$N_{fer,co,cr,yr} = nfer_IFA_{co,cr} * \frac{QN_{fer,co,yr}}{\sum_{cr}(nfer_IFA_{co,cr} * A_{co,cr,yr})}$$

N_{man} Manure nitrogen เป็นปริมาณการใช้ปุ๋ยคอกรายปีของแต่ละประเทศ (Ramankutty et al., 2008; Bouwman et al., 2013)

N_{dep} Nitrogen deposition อัตราการสะสมไนโตรเจนรายปีของแต่ละประเทศ (Ramankutty et al., 2008; Bouwman et al., 2013)

N_{fix} Fixed Nitrogen อัตราการตรึงไนโตรเจนรายปี (Zhang et al., 2015)

เมื่อนำข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลดิบของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียมาตรวจสอบ พบว่าชุดข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน EPI Yale & Columbia 2020 เป็นข้อมูลผลผลิตพืชจาก FAOSTAT ปี ค.ศ. 2015 โดยประเทศไทยได้ 33.1 คะแนน

ดังนั้นในการประเมิน EPI+ ภายหลังจากการรวบรวมข้อมูล และหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จึงเลือกใช้ข้อมูลของประเทศไทยในการคำนวณ ดังนี้

N_{yield} Harvested Nitrogen เป็นปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในผลผลิตพืช ข้อมูลปริมาณผลผลิตรายพืช ปี 2020 โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, กระทรวงอุตสาหกรรม ($Y_{co,cr,yr}$) และปริมาณไนโตรเจนในพืชแต่ละชนิด ($NCcr$) จาก Bouwman et al. (2005) ดังสมการ

$$N_{yield,co,cr,yr} = Y_{co,cr,yr} * NCcr$$

โดยที่ co = country, cr = crop, yr = year

N_{fer}	Nitrogen fertilizer เป็นปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ใช้ข้อมูลข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกรายพืช ปี 2020 โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม และปริมาณการใช้ปุ๋ยรายพืช โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
N_{man}	Manure nitrogen เป็นปริมาณการใช้ปุ๋ยคอกรายปีของแต่ละประเทศ (Ramankutty et al., 2008; Bouwman et al., 2013)
N_{dep}	Nitrogen deposition อัตราการสะสมไนโตรเจนรายปีของแต่ละประเทศ (Ramankutty et al., 2008; Bouwman et al., 2013)
N_{fix}	Fixed Nitrogen อัตราการตรึงไนโตรเจนรายปี (Zhang et al., 2015) ร่วมกับข้อมูลปริมาณผลผลิตถั่วเหลือง โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้อ้างอิงข้อมูลของประเทศไทยในส่วนของปริมาณผลผลิต พื้นที่เพาะปลูก และอัตราการใส่ปุ๋ยรายพืชเพื่อให้สะท้อนผลการดำเนินงานของประเทศไทยที่แท้จริง เมื่อนำข้อมูลมาคำนวณดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืนพบว่า ค่าคะแนน EPI+ เท่ากับ 41.6 คะแนน ซึ่งมากกว่าการรายงานผลของ EPI Yale & Columbia 2020 ที่ได้เท่ากับ 33.1 คะแนน ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน โดยมีค่าคะแนนที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ผลการประเมินตัวชี้วัดดัชนีการจัดการไนโตรเจนอย่างยั่งยืน

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
33.1 คะแนน	SNMI	UMCES	41.6 คะแนน	SNMI	- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร - สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย	+8.5 คะแนน
ข้อมูลปี	2015		ข้อมูลปี	2020		
หมายเหตุ	ความถูกต้องของข้อมูลพืช และปีที่เก็บข้อมูล					

(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยเกษตรกรรมกับนโยบายและแผนของประเทศ

- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 18 การเติบโตอย่างยั่งยืน ในแผนย่อย การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว

2.3.11 ดัชนีย่อยทรัพยากรน้ำ (Water resources)

จากการศึกษาการดำเนินการของการจัดทำดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อม โดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยโคลัมเบียที่ผ่านมา พบว่าดัชนีย่อยทรัพยากรน้ำ มีการเลือกตัวชี้วัดในหลายมิติ เช่น การใช้ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำและปริมาณไนโตรเจนในน้ำ ในปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) การใช้ดัชนีคุณภาพน้ำและดัชนีความเครียดน้ำ ในปี พ.ศ. 2551 - 2553 (ค.ศ. 2008 - 2010) ตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณน้ำ ในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) และต่อมาในปี พ.ศ. 2557 - 2563 (ค.ศ. 2014 - 2020) จึงได้เปลี่ยนมาใช้ตัวชี้วัดการบำบัดน้ำเสีย

(1) ตัวชี้วัดการบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment)

กรอบตัวแปรและเกณฑ์การวัด

ตัวชี้วัดการบำบัดน้ำเสีย หมายถึง การเข้าถึงการบำบัดน้ำเสียชุมชนของประชากร โดยมีกรอบตัวแปร ดังนี้ 1) สัดส่วนของน้ำเสียที่บำบัดได้อัตต่อน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด (น้ำเสียชุมชน) และ 2) สัดส่วนของจำนวนผู้ได้รับบริการต่อจำนวนประชากรทั้งหมด

$$WWT = WST \times CXN$$

การคำนวณของ EPI Yale & Columbia 2020 ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้ของ Malik et al. 2015 และข้อมูลการเข้าถึงการบำบัดน้ำเสียของประชากร โดย PINSET ซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 (ค.ศ. 2011)

ผลการประเมิน EPI+

จากการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้ข้อสรุปร่วมกันในการเลือกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำเสียชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด 2) ปริมาณน้ำเสียที่บำบัด และ 3) จำนวนผู้ได้รับบริการ รวมทั้งข้อมูลจำนวนประชากรรายปีของประเทศไทยของกรมการปกครอง โดยเมื่อนำข้อมูลของปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) มาคำนวณตามสูตร ได้ค่าคะแนนที่ 2.2 คะแนน แสดงดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ผลการประเมินตัวชี้วัดการบำบัดน้ำเสีย

EPI Yale & Columbia 2020	ชุดข้อมูลที่ใช้	แหล่งข้อมูล	EPI+	ชุดข้อมูลที่ใช้	หน่วยงาน	ค่าความแตกต่าง
2.0 คะแนน	- ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้ - การเข้าถึงการบำบัดน้ำเสีย	- Malik et al. 2015 - PINSET	2.6 คะแนน	ปริมาณน้ำเสียรวมและปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้ จำนวนประชากร	กรมควบคุมมลพิษ กรมการปกครอง	+0.6 คะแนน
ข้อมูลปี	2015, 2011		ข้อมูลปี	2020		

(2) ความเชื่อมโยงของดัชนีย่อยทรัพยากรน้ำกับนโยบายและแผนของประเทศ

- แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ ประเด็นที่ 19 การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ มีเป้าหมาย คือ 1) ความมั่นคงด้านน้ำของประเทศเพิ่ม 2) ผลผลิตของน้ำทั้งระบบเพิ่มขึ้น ในการใช้น้ำอย่างประหยัดและสร้างมูลค่าเพิ่มจากการใช้น้ำ และ 3) แม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติได้รับการอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพให้มีระบบนิเวศที่ดี

- นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2580 นโยบายที่ 1 การจัดการฐานทรัพยากรธรรมชาติอย่างมั่นคงเพื่อความสมดุล เป็นธรรม และยั่งยืน ตัวชี้วัดดัชนีความมั่นคงทางน้ำระดับดีขึ้น และตัวชี้วัดสัดส่วนการใช้ทรัพยากรน้ำต่อ GDP ลดลง และนโยบายที่ 2

สร้างการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อความมั่นคงและยั่งยืน ตัวชี้วัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์ดีเพิ่มขึ้น

- แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ สาขาการจัดการน้ำ
ตัวชี้วัด ดัชนีความมั่นคงด้านน้ำ (Water Security Index)

- แผนแม่บทการบริหารทรัพยากรน้ำ 20 ปี (2561 - 2580) ประกอบด้วย 6 ด้าน
คือ 1) การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค 2) การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต 3) การจัดการน้ำท่วม
และอุทกภัย 4) การจัดการคุณภาพน้ำและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ 5) การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม
และป้องกันการพังทลายของดิน และ 6) การบริหาร

- เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 6 สร้างหลักประกันให้มีน้ำใช้ และมีการบริหาร
จัดการน้ำและสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนสำหรับทุกคน (SDG6)

3. ผลการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

หัวข้อที่ 3 ผลการประเมินดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ประกอบด้วย การรายงาน ค่า EPI Yale & Columbia 2020 ของประเทศไทย และค่าดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย (EPI+) ทั้งในภาพรวม รายประเด็น และรายตัวชี้วัด แหล่งที่มาของ EPI+ พร้อมสรุปผล เปรียบเทียบค่า EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+

3.1 ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (EPI Yale & Columbia 2020)

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (EPI Yale & Columbia 2020) ประกอบด้วย 11 ดัชนีย่อย 32 ตัวชี้วัด ครอบคลุมประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health) ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักร้อยละ 40 ประกอบด้วยดัชนีย่อยและค่าถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ) รายดัชนี ดังนี้ ด้านคุณภาพอากาศ (20) สุขภาพและน้ำดื่ม (16) โลหะหนัก (2) และการจัดการของเสีย (2) และประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (Ecosystem Vitality) ซึ่งมีค่าถ่วงน้ำหนักร้อยละ 60 ประกอบด้วยดัชนีย่อยและค่าถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ) รายดัชนี ดังนี้ ด้านความหลากหลายทางชีวภาพและถิ่นที่อยู่อาศัย (15) บริการของระบบนิเวศ (6) การประมง (6) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (24) การปลดปล่อยมลพิษ (3) การเกษตรกรรม (3) และทรัพยากรน้ำ (3) ซึ่งผลการประเมินพบว่า EPI Yale & Columbia 2020 มีคะแนนเฉลี่ย 45.4 คะแนน โดยเป็นคะแนนในประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม 48.4 คะแนน และประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ 43.5 คะแนน

3.2 ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย (EPI+)

ดัชนีสมรรถนะสิ่งแวดล้อมที่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทย (EPI+) ประกอบด้วย 11 ดัชนีย่อย 32 ตัวชี้วัด มีรูปแบบการคำนวณและค่าถ่วงน้ำหนักสอดคล้องกับ EPI Yale & Columbia 2020 แต่ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานในประเทศไทยที่เป็นปัจจุบันในการคำนวณ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เกินปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับค่า EPI Yale & Columbia 2020 ได้ อย่างไรก็ตาม กรณีที่ประเทศไทยไม่มีข้อมูลตัวแปรที่สอดคล้องกับคำนิยามของ EPI Yale & Columbia 2020 โดยตรง จะใช้ค่าคะแนนตามผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยเยลและมหาวิทยาลัยโคลัมเบียในการประเมินค่าคะแนน ได้แก่ 1) ตัวชี้วัดที่ต้องใช้ข้อมูลค่าปีสุขภาวะที่สูญเสีย (Disability-adjusted life year: DALY) ซึ่งยังมีข้อจำกัดในการจัดทำข้อมูล และอยู่ระหว่างการดำเนินการศึกษาและจัดทำข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข โดยมีตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องคือ การรับสัมผัส PM_{2.5} การรับสัมผัส O₃ การรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งในครัวเรือน สุขภาพไม่ปลอดภัย น้ำดื่มไม่ปลอดภัย และการรับสัมผัสตะกั่ว และ 2) ตัวชี้วัดที่แสดงในลักษณะของค่าดัชนี ซึ่งเจ้าของฐานข้อมูลแจ้งว่าวิธีการคำนวณมีความซับซ้อนมาก ได้แก่ ดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ ดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ ดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ ดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง และดัชนีลำดับขั้นการกินอาหารในทะเล และสำหรับกรณีที่ตัวแปรที่มีข้อมูลแต่ชุดข้อมูลไม่ครบ จะจัดทำค่าทดแทน (Proxy) เพื่อให้สามารถคำนวณค่าคะแนนได้ โดยตัวชี้วัดที่มีการจัดทำค่าทดแทนคือ อัตราการปล่อยคาร์บอนดำ เนื่องจากยังไม่มีรายงานข้อมูลอย่างเป็นทางการโดยตรง ในกรณีนี้ ผลการประเมินพบว่า EPI+ มีคะแนนเฉลี่ย 57.9 คะแนน โดยเป็นคะแนนในประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม 50.1 คะแนน และประเด็นด้านความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ 63.0 คะแนน

จากการเปรียบเทียบผลจากการใช้ข้อมูลของประเทศไทย กับผลของมหาวิทยาลัยเยลและโคลัมเบีย พบว่า มีความแตกต่างของค่าคะแนน โดยผลจากการใช้ข้อมูลของประเทศไทยมีแนวโน้มของคะแนนที่สูงกว่า ค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินโดยมหาวิทยาลัยเยลและโคลัมเบีย เนื่องมาจากการปรับใช้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน โดยมีสรุปผลการประเมิน EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ทั้งในภาพรวม รายประเด็น รายตัวชี้วัด และแหล่งที่มาของ EPI+ รายละเอียดตามตารางที่ 45

ตารางที่ 45 เปรียบเทียบผลการประเมิน EPI Yale & Columbia 2020 และ EPI+ ทั้งในภาพรวม รายประเด็น รายตัวชี้วัด และแหล่งที่มาของ EPI+

ตัวชี้วัด/ ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน EPI Yale & Columbia 2020	คะแนน EPI+	แหล่งที่มาของ EPI+	ความ แตกต่าง ของคะแนน
ภาพรวม	45.4	57.9		+12.5
ประเด็นด้านอนามัย สิ่งแวดล้อม (40%)	48.4	50.1		+1.7
ดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ (20%)				
การรับสัมผัส PM _{2.5} (11%)	41.1	41.1	epi.yale.edu	-
การรับสัมผัสก๊าซโอโซน (1%)	39.8	39.8	epi.yale.edu	-
การรับสัมผัสเชื้อเพลิงแข็งใน ครัวเรือน (8%)	40.1	40.1	epi.yale.edu	-
ดัชนีย่อยสุขภาพ และน้ำดื่ม (16%)				
สุขภาพไม่ปลอดภัย (6.4%)	75.8	75.8	epi.yale.edu	-
น้ำดื่มไม่ปลอดภัย (9.6%)	42.5	42.5	epi.yale.edu	-
ดัชนีย่อยโลหะหนัก (2%)				
การรับสัมผัสตะกั่ว (2%)	81.6	81.6	epi.yale.edu	-
ดัชนีย่อย การจัดการของเสีย (2%)				
การจัดการขยะชุมชน (2%)	32.9	67.1	กรมควบคุมมลพิษ	+34.2
ประเด็นด้านความสมบูรณ์ ของระบบนิเวศ (60%)	43.5	63.0		+19.5
ดัชนีย่อยความหลากหลาย ทางชีวภาพ และถิ่นที่อยู่อาศัย (15%)				
การปกป้องชีวนิเวศระดับชาติ (3%)	76.7	100.0	- กรมป่าไม้ - กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	+23.3
การปกป้องชีวนิเวศระดับโลก (3%)	59.1	100.0	- กรมป่าไม้ - กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	+40.9
พื้นที่คุ้มครองทางทะเล (3%)	16.9	47.5	- กรมทรัพยากรทาง ทะเลและชายฝั่ง	+30.6

ตัวชี้วัด/ ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน EPI Yale & Columbia 2020	คะแนน EPI+	แหล่งที่มาของ EPI+	ความ แตกต่าง ของคะแนน
ดัชนีถิ่นอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ (1.5%)	48.2	48.2	naturereserve.org	-
ดัชนีถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ (1.5%)	69.9	69.9	Map of Life (MOL), Mol.org	-
ดัชนีคุ้มครองชนิดพันธุ์ (1.5%)	84.1	84.1	Map of Life (MOL), Mol.org	-
ดัชนีตัวแทนพื้นที่คุ้มครอง (1.5%)	21.8	21.8	Map of Life (MOL), Mol.org	-
ดัชนีย่อยบริการของระบบนิเวศ (6%)				
การสูญเสียพื้นที่ป่า (5.4%)	23.3	100.0	กรมป่าไม้	+76.7
การสูญเสียพื้นที่ทุ่งหญ้า (0.3%)	38.7	0	กรมพัฒนาที่ดิน	-38.7
การสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำ (0.3%)	28.3	100.0	- กรมพัฒนาที่ดิน - กรมทรัพยากรน้ำ	+71.7
ดัชนีย่อยประมง (6%)				
สถานภาพปริมาณสัตว์น้ำคงเหลือ (2.1%)	3.3	100.0	กรมประมง	+96.7
ดัชนีลำดับขั้นการกินอาหารในทะเล (2.1%)	23.7	23.7	Sea Around Us	-
สัตว์น้ำที่ถูกจับโดยอวนลาก (1.8%)	5.5	4.4	กรมประมง	-1.1
ดัชนีย่อยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (24%)				
อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (13.2%)	38.2	48.7	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+10.5
อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (3.6%)	85.4	100.0	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	+14.6
อัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (1.2%)	65.7	57.9	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-7.8
อัตราการปล่อยก๊าซกลุ่มฟลูออรีเนต (2.4%)	94.4	83.0	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	-11.4
อัตราการปล่อยคาร์บอนดำ (1.2%)	42.6	72.3	- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	+29.7

ตัวชี้วัด/ ค่าถ่วงน้ำหนัก	คะแนน EPI Yale & Columbia 2020	คะแนน EPI+	แหล่งที่มาของ EPI+	ความ แตกต่าง ของคะแนน
			- สำนักงานนโยบายและ แผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	
อัตราการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ จากการเปลี่ยนแปลงที่ดิน (0.6%)	35.5	85.7	สำนักงานนโยบายและ แผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	+50.2
สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือน กระจกต่อหัวประชากร (0.6%)	37.7	44.9	- สำนักงานนโยบายและ แผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม - กรมการปกครอง	+7.2
อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อผลิตภัณฑ์ มวลรวมของประเทศ (1.2%)	40.4	50.2	- สำนักงานนโยบายและ แผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม - สำนักงานสภา พัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ	+9.8
ดัชนีย่อยการปลดปล่อยมลพิษ (3%)				
อัตราการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ได ออกไซด์ (1.5%)	100.0	100.0	สำนักงานนโยบายและ แผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	-
อัตราการปล่อยก๊าซซอกไซด์ ของไนโตรเจน (1.5%)	57.4	57.6	สำนักงานนโยบายและ แผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	+0.2
ดัชนีย่อยเกษตรกรรม (3%)				
ดัชนีการจัดการไนโตรเจน อย่างยั่งยืน (3%)	33.1	41.6	- สำนักงานเศรษฐกิจ การเกษตร - สำนักงาน คณะกรรมการอ้อย และน้ำตาลทราย - กรมวิชาการเกษตร - Bouwman et al., 2013 - Zhang et al., 2015	+8.5
ดัชนีย่อยทรัพยากรน้ำ (3%)				
การบำบัดน้ำเสีย (3%)	2.0	2.6	- กรมควบคุมมลพิษ - กรมการปกครอง	+0.6

เอกสารอ้างอิง

- Akagi, S.K., Yokelson, R.J., Wiedinmyer, C., Alvarado, M.J., Reid, J.S., Karl, T., Crouse, J.D. and Wennberg, P.O. 2011. Emission factors for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models. *Atmos. Chem. Phys.* 11: 4039-4072.
- Bond, T. C., Bhardwaj, E., Dong, R., Jogani, R., Jung, S., Roden, C., Streets, D. G., and Trautmann, N. M.: Historical emissions of black and organic carbon aerosol from energy-related combustion, 1850-2000: historical BC=OC emissions, *Global Biogeochem. Cy.*, 21, GB002840, <https://doi.org/10.1029/2006GB002840>, 2007.
- Bond, T. C., Streets, D. G., Yarber, K.F., Nelson, S.M., Woo, J-H., Klimont, Z.: A technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion, *Journal of Geophysical Research*, 109, D14203, doi:10.1029/2003JD003697, 2004.
- Booklet on Thailand State of Pollution 2018, Pollution Control Department Ministry of Natural Resources and Environment February 2019
- Bouwman, A. F., Van Drecht, G. and Van der Hoek, K. W. Global and regional surface nitrogen balances in intensive agricultural production systems for the period 1970-2030. *Pedosphere* 15, 137-155 (2005).
- Bouwman, L. et al. Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 20882-20887 (2013).
- Dudley, N. (ed.). 2008 Guidelines for applying protected area management categories, Gland, Switzerland: IUCN.
- Guidelines for establishing marine protected areas. Graeme Kelleher, R. A. Kenchington. IUCN, 1992 - Nature publishing- 79 pages
- Heffer, P. Assessment of fertilizer use by crop at the global level 2010- 2010/11. International Fertilizer Industry Association, Paris, http://www.fertilizer.org/En/Statistics/Agriculture_Committee_Databases.aspx (2013).
- Kleisner, K. and Pauly, D. 2015. Stock-Status Plots (SSPs). Source: Stock Status Plots Method – Sea Around Us, 10 February 2022.
- Outlook on Water Environmental Management in Asia 2018, Water Environment Partnership in Asia (WEPA) Ministry of the Environment, Japan, Institute for Global Environmental Strategies (IGES)
- Ramankutty, N., Evan, A. T., Monfreda, C. and Foley, J. A. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles* 22 (2008).
-

- Xin Zhang, Eric A. Davidson, Denise L. Mauzerall, Timothy D. Searchinger, Patrice Dumas and Ye Shen. 2015. Managing nitrogen for sustainable development. doi:10.1038/nature15743.
- Zhang, X., E.A. Davison, D.L. Mauzerall, T.D. Searchinger, P. Dumas and T. Shen. 2015. Managing nitrogen for sustainable development. Nature 51. doi:10.1038/nature15743.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2564. (ร่าง) รายงานสถานการณ์ด้านทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศ พ.ศ. 2564. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 499 หน้า
- กรมประมง. 2559. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2557. เอกสารฉบับที่ 11/2559. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. ยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579). สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2565. https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/moac-thailand-4-0/
- การติดตามประเมินผลตามแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี ช่วงระยะ 2561 – 2564 และการรายงานประเมินผลตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็น 19 การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ จัดทำโดย สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี พฤศจิกายน 2564
- คณะกรรมการนโยบายป่าไม้แห่งชาติ. 2563. นโยบายป่าไม้แห่งชาติ. สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้. สืบค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2565. http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/policy/national_forest_policy.pdf?msckid=453aabf0a8e211ec959ebed43df57bec
- ธวัชชัย สันติสุข. 2547. พืชถิ่นเดียวและพืชหายากของประเทศไทย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์ (1987) จำกัด. 115 หน้า
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2562. รายงานแห่งชาติว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ ฉบับที่ 6. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ. 243 หน้า



สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
กองยุทธศาสตร์และแผนงาน

118/1 อาคารทิปโก้ 2 ถนนพระรามที่ 6 แขวงพญาไท
เขตพญาไท กทม. 10400
โทรศัพท์ 0 2265 6605
policy@onep.go.th

