

# ความรู้เบื้องต้นการฟื้นฟูนิเวศวิทยา

สมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากล

กลุ่มงานวิทยาศาสตร์และนโยบาย (ฉบับที่ 2 : ตุลาคม พ.ศ. 2547)\*

ตอนที่ 1 : ภาพรวม.....	1
ตอนที่ 2 : คำจำกัดความของการฟื้นฟูนิเวศวิทยา.....	2
ตอนที่ 3 : คุณลักษณะของระบบนิเวศหลังฟื้นฟู.....	2
ตอนที่ 4 : คำอธิบายศัพท์.....	4
ตอนที่ 5 : ระบบนิเวศอ้างอิง.....	7
ตอนที่ 6 : สิ่งมีชีวิตต่างถิ่น.....	9
ตอนที่ 7 : การติดตามและประเมินผล.....	9
ตอนที่ 8 : การวางแผนฟื้นฟู.....	11
ตอนที่ 9 : ความสัมพันธ์ระหว่างการฟื้นฟูเชิงปฏิบัติกับทฤษฎีนิเวศวิทยาการฟื้นฟู.....	11
ตอนที่ 10 : ความสัมพันธ์ของการฟื้นฟูกับกิจกรรมอื่นๆ.....	11
ตอนที่ 11 : การผสมผสานการฟื้นฟูนิเวศวิทยากับแผนงานขนาดใหญ่.....	12

การอ้างอิงเอกสารฉบับนี้ Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

ผู้เขียนหลักของ “ความรู้เบื้องต้นการฟื้นฟูนิเวศวิทยา” คือ แอนเดร คลีเวล (ควินซี ฟลอริดา สหรัฐอเมริกา) เจมส์ แอรอนสัน (มองเพเลีย ฝรั่งเศส) และคิส วินเทอร์ฮัลเตอร์ (ซิดนีย์ ออสเตรเลีย) คลีเวลเป็นผู้เขียนร่างฉบับแรก ต่อมาแอรอนสันและวินเทอร์ฮัลเตอร์ร่วมมือกับคลีเวลในการปรับปรุงฉบับร่างให้เป็นรูปแบบปัจจุบัน วินเทอร์ฮัลเตอร์ในฐานะประธานกลุ่มงานวิทยาศาสตร์และนโยบายของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาเป็นผู้ประสานงานหลักและเชิญสมาชิกกลุ่มงานมาร่วมมือกัน เरिक ฮิกส์ (วิกทอเรีย บริติชโคลัมเบีย แคนาดา) รับเขียนบทนำ เดนนิส มาทีเนซ (ดักลาสซิตี แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา) ได้อनुเคราะห์งานตีพิมพ์ซึ่งกลายมาเป็นเนื้อหาหลักของส่วนที่เกี่ยวกับระบบนิเวศเชิงวัฒนธรรม สมาชิกคนอื่นๆ ได้ช่วยวิจารณ์และให้คำแนะนำ รวมทั้งริชาร์ด ฮอบส์ (เมอร์โดค เวสเทอร์นออสเตรเลีย ออสเตรเลีย) เจมส์ แฮริส (ลอนดอน สหราชอาณาจักร) แคโรไลนา เมอร์เซย์ (คาลิ โคลัมเบีย) และจอนห์ รีเกอร์ (ซานดิเอโก แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา) กลุ่มงานวิทยาศาสตร์และนโยบายของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาต้องขอขอบคุณเริก ฮิกส์ อดีตประธานกรรมการบริหารของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยา สำหรับความช่วยเหลือและการผลักดันเอกสารฉบับนี้สู่ความสนใจของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากล โดยผ่านการยอมรับอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 6 เมษายน พ.ศ.2545

เอกสารฉบับนี้ใช้แทนแนวทางของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากลซึ่งตีพิมพ์ก่อนหน้านี้วารสารนิเวศวิทยาการฟื้นฟู 2(2): 132-133 พ.ศ. 2537 จากนั้นมีการเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากล เอกสารฉบับนี้ยังใช้แทนส่วนนโยบายประเมินโครงการที่มีการเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากล ทั้งนี้นโยบายสิ่งแวดล้อมของสมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากลที่ตีพิมพ์ในวารสารนิเวศวิทยาการฟื้นฟู 1(3):206-207 พ.ศ. 3536 ยังคงมีผลเหมือนเดิม

\*เนื้อหาของเอกสารฉบับที่ 2 คล้ายคลึงกับฉบับแรกที่ตีพิมพ์เมื่อ พ.ศ. 2545 ยกเว้นการเพิ่มคำว่า “สากล” ไว้ท้ายชื่อสมาคม และมีการเพิ่มรูปภาพและการออกแบบกราฟิกใหม่ มีการเผยแพร่เอกสารฉบับที่ 2 พร้อมกันทั้งในแบบการตีพิมพ์และแบบอิเล็กทรอนิกส์บนเว็บไซต์ [www.ser.org](http://www.ser.org)

## ตอนที่ 1:

### ภาพรวม

การฟื้นฟูนิเวศวิทยาเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นการริเริ่มหรือเร่งกระบวนการฟื้นตัวของระบบนิเวศหนึ่งๆ โดยพิจารณาในแง่ของสุขภาพ (health) ความสมบูรณ์ (integrity) และความยั่งยืน (sustainability) ของระบบ โดยมากระบบนิเวศที่ต้องการการฟื้นฟูมักเสื่อมโทรม เสียหาย ถูกทำให้เปลี่ยนไปหรือถูกทำลายอย่างรุนแรง อาจเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในบางกรณีผลกระทบเหล่านี้มีสาเหตุหรือถูกทำให้ทวีความรุนแรงโดยปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ไฟป่า น้ำท่วม พายุ หรือภูเขาไฟระเบิด ทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนไปอยู่ในจุดที่ไม่สามารถฟื้นตัวกลับไปยังสถานะก่อนการรบกวนหรือวิถีการพัฒนาในอดีต (historic developmental trajectory) ได้

การฟื้นฟูเป็นความพยายามที่จะเปลี่ยนระบบนิเวศหนึ่งๆ ให้กลับไปมีวิถีคล้ายกับอดีต (historic trajectory) ซึ่งสภาพในอดีต (historic condition) เป็นจุดเริ่มต้นทางทฤษฎีสำหรับการออกแบบการฟื้นฟูป่า ระบบนิเวศหลังฟื้นฟู (restored ecosystem) ไม่จำเป็นต้องมีสภาพเหมือนในอดีตทุกอย่างเนื่องจากข้อจำกัดและสิ่งแวดล้อมจากอดีตสู่ปัจจุบันอาจทำให้ระบบพัฒนาไปในวิถีที่แตกต่าง การกำหนดรายละเอียดวิถีในอดีตของระบบนิเวศที่ถูกรบกวนอย่างรุนแรงอาจเป็นเรื่องยากหรือเป็นไปได้เลย ถึงกระนั้นทิศทางและขอบเขตทั่วไปของวิถีดังกล่าวสามารถถูกออกแบบโดยใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง องค์ประกอบ และหน้าที่ของระบบนิเวศก่อนถูกทำลาย องค์ความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศสมบูรณ์ ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในระดับภูมิภาค และการวิเคราะห์ข้อมูลด้านนิเวศวิทยา นอกจากนี้ข้อมูลวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมในอดีต จะช่วยออกแบบแนววิถีหรือสภาพเดิมในอดีตจากข้อมูลพื้นฐานและแบบจำลองทางนิเวศวิทยา ความสามารถในการเลียนแบบกลไกธรรมชาติของกระบวนการฟื้นฟูจะช่วยให้ระบบนิเวศมีสุขภาพและความสมบูรณ์ดีขึ้น

การฟื้นฟูเป็นความรับผิดชอบระยะยาวอย่างไม่มีที่สิ้นสุดของการใช้พื้นที่และทรัพยากร การเสนอแนวทางเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศหนึ่งๆ จำเป็นต้องผ่านการวางแผนอย่างรอบคอบ โครงการฟื้นฟูจำเป็นต้องมาจากความคิดเห็นของคนส่วนใหญ่ การตัดสินใจอย่างมีส่วนร่วมเป็นจุดสำคัญของการดำเนินงานฟื้นฟูและเมื่อตัดสินใจแล้วจำเป็นต้องวางแผนอย่างละเอียดและอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้รวมถึงแนวทางการติดตามผลระหว่างที่ระบบนิเวศกำลังฟื้นตัว การวางแผนจะมีความจำเป็นมากขึ้นเมื่อพื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟูเป็นส่วนหนึ่งของภูมิทัศน์ที่มีหลายระบบนิเวศเชื่อมโยงกันอย่างซับซ้อน


วิธีปฏิบัติที่ใช้ในการฟื้นฟูแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการ ขึ้นอยู่กับความรุนแรงและระยะเวลาที่ระบบถูกรบกวนในอดีต สภาพวัฒนธรรมที่มีอิทธิพลต่อภูมิทัศน์ในปัจจุบัน อุปสรรคและโอกาสตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน การฟื้นฟูอย่างง่ายอาจหมายถึงการกำจัดหรือควบคุมการรบกวนบางอย่างเพื่อเปิดโอกาสในระบบนิเวศทางนิเวศวิทยาเกิดขึ้นได้และนำไปสู่การฟื้นตัวตามธรรมชาติของระบบนิเวศ เช่น การเอาเชือกออกเพื่อเปิดโอกาสให้วิถีการเกิดน้ำท่วมในอดีตกลับมา การฟื้นฟูที่ซับซ้อนมากขึ้นอาจหมายถึงการนำสิ่งมีชีวิตที่หายไปจากถิ่นอาศัยเดิมกลับเข้ามา การกำจัดหรือควบคุมชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ บ่อยครั้งความเสื่อมโทรมหรือการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเป็นผลจากหลายสาเหตุและเกิดขึ้นมาเป็นเวลานาน ส่งผลให้องค์ประกอบในอดีตของระบบนิเวศสูญหายไป บางครั้งกระบวนการฟื้นตัวของระบบนิเวศที่เสื่อมโทรมเกิดขึ้นได้ช้ามากหรืออาจถูกขัดขวางอย่างสมบูรณ์ โดยสรุปแล้วการฟื้นฟูนิเวศวิทยามีเป้าหมายเพื่อก่อให้เกิดหรือส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติซึ่งจะช่วยให้ระบบนิเวศกลับไปสู่วิถีที่ควรจะเป็น

เมื่อวิถีการฟื้นตัวตามธรรมชาติเป็นไปอย่างที่ต้องการแล้ว การช่วยเหลือจากภายนอกก็ไม่จำเป็นอีกต่อไป ในกรณีนี้อาจเรียกได้ว่า การฟื้นฟูประสบความสำเร็จแล้ว อย่างไรก็ตามระบบนิเวศหลังฟื้นฟูมักจำเป็นต้องมีการจัดการอย่างต่อเนื่องเพื่อรับมือกับสิ่งมีชีวิตที่อาจเข้ามารุกราน ผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเหตุการณ์อื่นๆ ที่อาจไม่สามารถคาดเดาได้ ในขั้นนี้ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูก็ไม่แตกต่างไปจากระบบนิเวศตามธรรมชาติ ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการไม่ระดับใดก็ระดับหนึ่ง แม้ว่า การฟื้นฟูระบบนิเวศและการจัดการระบบนิเวศมีความเชื่อมโยงและมักประกอบไปด้วยวิธีปฏิบัติที่

คล้ายคลึงกัน การฟื้นฟูนิเวศวิทยามีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมหรือก่อให้เกิดกระบวนการฟื้นตัว ในขณะที่การจัดการระบบนิเวศพยายามที่จะรักษาระดับความสมบูรณ์ของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูเอาไว้


การจัดการระบบนิเวศบางประเภท โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนามักทำตามวิถีปฏิบัติทางวัฒนธรรมแบบดั้งเดิม กิจกรรมทางวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับกระบวนการทางนิเวศวิทยา เช่น กิจกรรมของมนุษย์ส่งเสริมสุขภาพและความยั่งยืนของระบบนิเวศ ระบบนิเวศทางวัฒนธรรมจำนวนมากได้รับผลกระทบจากเพิ่มขึ้นของประชากรและแรงกดดันภายนอกหลายอย่าง ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการฟื้นฟู โดยทั่วไปการฟื้นฟูดังกล่าวรวมถึงการฟื้นฟูวิถีจัดการนิเวศวิทยาท้องถิ่นด้วย การส่งเสริมเพื่อความอยู่รอดทางวัฒนธรรมของผู้คนและภาษาท้องถิ่นในฐานะห้องสมุดมีชีวิตซึ่งเป็นแหล่งความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยาท้องถิ่น การฟื้นฟูนิเวศวิทยาขึ้นอยู่กับความร่วมมือของผู้คนท้องถิ่นและในทางกลับกันมีส่วนช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมดังกล่าวอย่างแท้จริง ปัจจุบันวัฒนธรรมท้องถิ่นได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงระดับโลกอย่างไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน เพื่อที่จะรับมือกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว การฟื้นฟูนิเวศวิทยาจำเป็นต้องส่งเสริมวิถีปฏิบัติที่ยั่งยืนและเหมาะสมโดยให้ความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ในกรณีเช่นนี้ความสนใจต่อการฟื้นฟูภูมิทัศน์ทางธรรมชาติในทวีปอเมริกาเหนืออาจใช้ไม่ได้เท่ากับทวีปยุโรปซึ่งให้ความสำคัญกับภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรม หรือในพื้นที่เช่นทวีปแอฟริกา เอเชีย และอเมริกาใต้ที่การฟื้นฟูนิเวศวิทยาจะไม่ได้รับความสนใจเลย หากการฟื้นฟูไม่สามารถช่วยส่งเสริมพื้นฐานทางนิเวศวิทยาสำหรับการอยู่รอดของมนุษย์อย่างชัดเจน

สิ่งที่ทำให้การฟื้นฟูนิเวศวิทยาเป็นแรงบันดาลใจอันพิเศษคือการเกี่ยวกันอย่างใกล้ชิดของวิถีปฏิบัติทางวัฒนธรรมและกระบวนการทางนิเวศวิทยา ไม่เป็นที่ประหลาดใจหากความสนใจในการฟื้นฟูนิเวศวิทยาจะเติบโตอย่างรวดเร็วไปทั่วโลก ความเชื่อและวิถีปฏิบัติทางวัฒนธรรมถูกนำมาเชื่อมโยงกันในหลายกรณีศึกษาเพื่อช่วยกำหนดและวางแผนกิจกรรมสำคัญของการฟื้นฟู

คำจำกัดความของการฟื้นฟูนิเวศวิทยาได้ถูกนำเสนอไว้ในตอนถัดไป เป็นคำจำกัดความที่ได้รับความเห็นชอบจากสมาคมเพื่อการฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากล (Society for Ecological Restoration International : SER) เป็นการให้ความหมายโดยทั่วไปให้ครอบคลุมหลักการการฟื้นฟูที่หลากหลาย ในขณะที่เดียวกันก็ให้ความสำคัญต่อความคิดเกี่ยวกับการฟื้นตัวตามธรรมชาติ 

## ตอนที่ 2:

### คำจำกัดความของการฟื้นฟูนิเวศวิทยา

การฟื้นฟูนิเวศวิทยา หมายถึง กระบวนการส่งเสริมการฟื้นตัวของระบบนิเวศหนึ่งๆ ที่ถูกทำให้เสื่อมโทรม เสียหาย หรือถูกทำลาย 

## ตอนที่ 3:

### คุณลักษณะของระบบนิเวศหลังฟื้นฟู


ส่วนนี้พยายามอธิบายความหมายของ “การฟื้นตัว (recovery)” ในแง่การฟื้นฟูนิเวศวิทยา ระบบนิเวศที่ได้รับการฟื้นฟูจะจัดว่ามีฟื้นตัวเมื่อระบบมีทรัพยากรทั้งทางชีวภาพและกายภาพอย่างเพียงพอสำหรับดำเนินกระบวนการพัฒนาทางนิเวศวิทยาโดยปราศจากการช่วยเหลือจากภายนอกเพิ่มเติม โครงสร้างและหน้าที่ของระบบสามารถดำเนินไปได้อย่างยั่งยืน แสดงถึงความสามารถในการฟื้นตัวจากการรบกวนและความเครียดทางสิ่งแวดล้อมเพื่อเข้าสู่สภาพปกติ ระบบสามารถทำงานร่วมกับระบบนิเวศใกล้เคียงในแง่ของการแลกเปลี่ยนไหลเวียนทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และปฏิสัมพันธ์ทางวัฒนธรรม

คุณลักษณะ 9 ประการด้านล่างอธิบายถึงเกณฑ์พื้นฐานเพื่อตัดสินว่าการฟื้นฟูได้บรรลุเป้าหมายอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม ความสมบูรณ์ของคุณลักษณะเหล่านี้ไม่ได้แสดงถึงลักษณะการฟื้นฟูแต่เป็นการแสดงถึงการพัฒนาของระบบนิเวศว่าอยู่ในวิถี

ซึ่งจะนำไปสู่เป้าหมายหรือสภาพอ้างอิงที่ต้องการ คุณลักษณะบางอย่างอาจสามารถวัดได้ทันที แต่บางคุณลักษณะอาจต้องใช้การประเมินทางอ้อม ทั้งนี้รวมถึงหน้าที่ส่วนใหญ่ของระบบนิเวศซึ่งไม่สามารถตรวจวัดได้โดยปราศจากเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักจะเกินความสามารถและงบประมาณของโครงการฟื้นฟูจำนวนมาก

1. ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบได้ในระบบนิเวศอ้างอิง นั่นแสดงถึงโครงสร้างสังคมสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสม
2. ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่เคยอยู่ในพื้นที่มาก่อนอย่างหลากหลายที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในระบบนิเวศทางวัฒนธรรมที่ถูกฟื้นฟูอาจยอมให้มีพืชต่างถิ่นบางกลุ่ม เช่น พืชเศรษฐกิจ พืชที่มักพบในพื้นที่หลังการรบกวน (ruderals) ที่ไม่ได้เป็นชนิดรุกราน และพืชที่มักพบเจริญร่วมกับพืชเศรษฐกิจ (segetals) ซึ่งอาจมีวิวัฒนาการร่วมกันมายาวนาน
3. พบกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาและ/หรือการสร้างเสถียรภาพในระบบนิเวศหลังฟื้นฟูอย่างต่อเนื่อง หากไม่พบสิ่งมีชีวิตกลุ่มใดแสดงว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มนั้นมีศักยภาพในการกลับเข้ามาในระบบเอง
4. สภาพแวดล้อมทางกายภาพของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูเอื้อต่อการสืบพันธุ์ของประชากรสิ่งมีชีวิต ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนา และ/หรือการสร้างเสถียรภาพของระบบอย่างต่อเนื่องตามวิถีที่ต้องการ
5. การพัฒนาลำดับขั้นทางนิเวศวิทยาของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูเกิดขึ้นตามปกติ โดยไม่ปรากฏสัญญาณความบกพร่องในการทำงาน
6. ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูถูกผนวกเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบทางนิเวศวิทยาหรือภูมิทัศน์ขนาดใหญ่กว่าได้อย่างเหมาะสม สัมพันธ์กับผ่านการไหลเวียนและการแลกเปลี่ยนองค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพ
7. มีการจำกัดหรือลดปัจจัยคุกคามจากภูมิทัศน์โดยรอบ ให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความสมบูรณ์ของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้
8. ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูมีความสามารถในการฟื้นตัวอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทนทานต่อความเครียดที่เกิดขึ้นบางช่วงเวลาในสิ่งแวดล้อมระดับท้องถิ่น เพื่อรักษาไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ
9. ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูสามารถพึ่งตนเองได้ในระดับเดียวกับระบบนิเวศอ้างอิง มีศักยภาพในการดำรงอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมปัจจุบันอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามในแง่ของความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของระบบอาจเปลี่ยนแปลงได้ในฐานะส่วนหนึ่งของการพัฒนาวิวัฒนาการตามปกติในระบบนิเวศ และอาจมีความแปรผันของการตอบสนองขึ้นอยู่กับความเครียดที่เกิดขึ้นในบางช่วงเวลาตามปกติและการรบกวนที่อาจเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวซึ่งอาจให้ผลกระทบรุนแรงกว่า องค์ประกอบของชนิดและคุณลักษณะอื่นของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูอาจเกิดวิวัฒนาการไปพร้อมๆ กับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับระบบนิเวศสมบูรณ์

คุณลักษณะบางอย่างที่ถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายของโครงการฟื้นฟู หรือคุณลักษณะอื่นที่มีความสัมพันธ์กันควรถูกรวมไว้กับรายการข้างต้น ตัวอย่างเช่น เป้าหมายหนึ่งของโครงการฟื้นฟูอาจเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ธรรมชาติหรือบริการบางอย่างสำหรับประโยชน์เชิงสังคมในรูปแบบที่ยั่งยืน ในแง่นี้ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูทำหน้าที่เป็นทุนทางธรรมชาติสำหรับสะสมผลิตภัณฑ์และบริการเหล่านี้ เป้าหมายอีกอย่างอาจเป็นการฟื้นฟูเพื่อสร้างถิ่นที่อยู่ให้กับสิ่งมีชีวิตชนิดหายาก หรือเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมให้กับสิ่งมีชีวิตบางชนิด เป้าหมายอื่นที่เป็นไปได้ของการฟื้นฟูอาจรวมถึงการสร้างพื้นที่พัก่อน

หย่อนใจ หรือเพื่อรองรับกิจกรรมที่มีความสำคัญทางสังคม เช่น การสร้างความเข้มแข็งของชุมชนผ่านการมีส่วนร่วมในโครงการฟื้นฟู 

ตอนที่ 4:

## คำอธิบายศัพท์

เอกสารฉบับนี้มีการอ้างถึงศัพท์เชิงเทคนิคจำนวนมาก ศัพท์บางคำอาจไม่เป็นที่คุ้นเคยสำหรับผู้อ่านที่ไม่ใช่นักนิเวศวิทยา ในขณะที่ศัพท์หลายคำอาจมีความหมายโดยนัยแตกต่างกันไปตามการใช้ เพื่อลดความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อน คำศัพท์บางส่วนได้ถูกอธิบายไว้ในความหมายที่เชื่อมโยงกับการฟื้นฟูนิเวศวิทยา

ระบบนิเวศ (ecosystem) ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต (biota) (พืช สัตว์ จุลินทรีย์) ภายในพื้นที่ที่กำหนด สภาพแวดล้อม (environment) ที่ดำรงไว้ซึ่งสิ่งมีชีวิตและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (interactions) ประชากรสิ่งมีชีวิตทั้งหมดถูกเรียกโดยรวมว่าสังคมสิ่งมีชีวิต (biotic community) สังคมสิ่งมีชีวิตดังกล่าวมักถูกจัดกลุ่มบนพื้นฐานทางอนุกรมวิธาน (taxonomic) (เช่น สังคมแมลง เป็นต้น) หรือรูปแบบชีวิต (life form) (เช่น สังคมไม้ยืนต้น เป็นต้น) กลุ่มสิ่งมีชีวิตสามารถถูกแบ่งตามบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศ (เช่น ผู้ผลิตอันดับแรก สัตว์กินพืช สัตว์กินสัตว์ ผู้ย่อยสลาย ผู้ตรึงไนโตรเจน ผู้ผสมเกสร เป็นต้น) ในแง่ที่เราเรียกว่าเป็นการแบ่งตามกลุ่มตามหน้าที่ (functional groups) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (physical or abiotic environment) ที่เอื้อให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้ รวมถึงทรัพยากรดินหรือพื้นที่ ผ่านตัวกลางทางน้ำหรือทางอากาศ วัฏจักรน้ำ สภาพอากาศและภูมิอากาศ ความสูงและความชันทางภูมิศาสตร์ รูปแบบสารอาหารและความเค็ม เป็นต้น ถิ่นที่อยู่ (habitat) หมายถึงที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหรือสังคมสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ ที่มีสภาพเอื้อต่อการเกิดกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต

ระบบนิเวศหนึ่งๆ อาจถูกมองเป็นหน่วยพื้นที่ที่มีขนาดแตกต่างกันไป จากพื้นที่เล็กๆ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตจำนวนหนึ่งไปจนถึงพื้นที่ขนาดใหญ่เมื่อมองในแง่โครงสร้างและอนุกรมวิธาน เช่น “ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ” หมายถึงพื้นที่ขนาดเล็กและจัดประเภทตามสังคมสิ่งมีชีวิต หรือ “ระบบนิเวศป่าฝนเขตร้อน” หมายถึงพื้นที่ขนาดใหญ่และจัดประเภทตามชีวนิเวศ การฟื้นฟูนิเวศวิทยาสามารถดำเนินการในพื้นที่หลายขนาด แต่ในทางปฏิบัติควรมีการจัดการการฟื้นฟูระบบนิเวศทั้งหมดด้วยมุมมองเชิงภูมิทัศน์ที่ชัดเจนเชิงพื้นที่ เพื่อที่จะคำนึงถึงความเหมาะสมของการไหลเวียน ปฏิสัมพันธ์ และการแลกเปลี่ยนกับระบบนิเวศที่อยู่ใกล้เคียง ภูมิทัศน์ (landscape) หนึ่งๆ ประกอบด้วยระบบนิเวศหนึ่งหรือสองระบบขึ้นไป มีการแลกเปลี่ยนสิ่งมีชีวิต พลังงาน น้ำและสารอาหาร แทนที่การฟื้นฟูนิเวศวิทยาจะมุ่งความสนใจไปที่ระบบนิเวศเพียงระบบเดียว ความสำคัญอย่างแท้จริงคือการทำให้ระบบนิเวศหรือภูมิทัศน์ที่ถูกแยกเป็นส่วนๆ กลับมาผสานเชื่อมโยงกัน

ภูมิทัศน์ทางธรรมชาติหรือระบบนิเวศทางธรรมชาติ (natural landscape หรือ natural ecosystem) หมายถึงพื้นที่ที่เกิดขึ้นโดยกระบวนการตามธรรมชาติ มีการจัดการและการดำรงอยู่ได้ด้วยตนเอง ส่วนภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรมหรือระบบนิเวศทางวัฒนธรรม (cultural landscape หรือ cultural ecosystem) หมายถึงบริเวณที่ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้อิทธิพลร่วมของกระบวนการตามธรรมชาติและจัดการจากมนุษย์ ระบบนิเวศทุ่งหญ้า (grasslands) และป่าทุ่ง (savannas) หลายแห่งดำรงอยู่ได้โดยจัดการโดยมนุษย์ เช่น การจุดไฟเผาเพื่อล่าสัตว์ เพื่อหาของป่า หรือการเลี้ยงสัตว์ ทุ่งโล่ง (meadow) หลายแห่งในทวีปยุโรปมีความหลากหลายของระบบนิเวศทางวัฒนธรรมที่เกิดขึ้นหลังจากการทำลายป่าในยุคสำริด และดำรงอยู่ได้เพราะการเลี้ยงสัตว์กินหญ้าตามฤดูกาล แม้ว่าระบบนิเวศทุ่งโล่งที่เป็นภูมิทัศน์อ้างอิงจะได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ แต่การซ่อมแซมทุ่งโล่งที่ได้รับความเสียหายก็จัดเป็นการฟื้นฟูนิเวศวิทยาอย่างหนึ่ง อีกตัวอย่างหนึ่งคือป่าสนที่ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ในทวีปอเมริกาเหนือ ในศตวรรษที่ 19 ป่าส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เปิดโล่ง มีไม้ล้มลุกปกคลุมจำนวนมากบริเวณพื้นล่างเนื่องจากความถี่ของการเกิดไฟและการใช้ประโยชน์พืชโดยคนเผ่าท้องถิ่น บริเวณที่เป็นป่า (woodland) ดุคล้ายป่าธรรมชาติและสภาพแวดล้อมมีความยั่งยืนภายใต้รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบท้องถิ่นดั้งเดิม การเปลี่ยนระบบนิเวศป่า

สนที่หนาแน่นให้กลับมาเป็นป่าเปิดโล่งเช่นอดีตโดยให้คนท้องถิ่นครอบครองและใช้ประโยชน์ จัดเป็นการฟื้นฟูนิเวศวิทยาอย่างหนึ่ง วิธีปฏิบัติทางวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน (**sustainable cultural practices**) คือการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวทางดั้งเดิมเพื่อรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์ ในบริบทดังกล่าวสิ่งมีชีวิตถูกให้ค่าในแง่ที่มีความสำคัญต่อเสถียรภาพของระบบนิเวศมากเท่าๆ กับคุณค่าในแง่ของการเป็นสินค้า ระบบนิเวศทางธรรมชาติล้วนได้รับอิทธิพลทางวัฒนธรรมไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง และการจัดการเกี่ยวกับการฟื้นฟูควรรยอมรับความจริงเหล่านี้

คำศัพท์ เช่น ความเสื่อมโทรม ความเสียหาย การถูกทำลาย และการเปลี่ยนรูป ล้วนบ่งชี้ถึงระบบที่เบี่ยงเบนจากสภาพที่ต้องการหรือสภาพปกติของระบบนิเวศสมบูรณ์ ศัพท์เหล่านี้ล้วนมีความหมายใกล้เคียงกัน อาจทำให้เกิดความสับสนเมื่อนำไปใช้ ความเสื่อมโทรม (**degradation**) เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ค่อยๆ เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นผลทางลบต่อความสมบูรณ์และสุขภาพของระบบนิเวศ ความเสียหาย (**damage**) อ้างถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดชัดเจนฉับพลันในระบบนิเวศหนึ่งๆ ระบบนิเวศจะถูกทำลาย (**destroyed**) เมื่อความเสื่อมโทรมหรือความเสียหายได้ทำให้สิ่งมีชีวิตที่มองเห็นด้วยตาเปล่าหายไป และโดยทั่วไปมักทำลายสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้วย การเปลี่ยนรูป (**transformation**) หมายถึงการเปลี่ยนระบบนิเวศไปเป็นอีกระบบนิเวศหนึ่ง หรืออาจเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินไปเป็นอีกประเภทหนึ่งซึ่งแตกต่างไปจากเดิม

ระบบนิเวศอ้างอิง (**reference ecosystem**) ทำหน้าที่เป็นต้นแบบสำหรับการวางแผนโครงการฟื้นฟูนิเวศวิทยา และช่วยในการประเมินผลของโครงการ ในกรณีที่มีการฟื้นฟูประกอบด้วยระบบนิเวศ 2 ประเภทหรือมากกว่านั้น สภาพอ้างอิงสามารถถูกเรียกว่าภูมิทัศน์อ้างอิง (**reference landscape**) หรือถ้าเพียงบางส่วนของภูมิทัศน์ได้รับการฟื้นฟู อาจเรียกสภาพอ้างอิงว่าหน่วยภูมิทัศน์อ้างอิง (**reference landscape unit**) ระบบนิเวศ ภูมิทัศน์ หรือหน่วยพื้นที่ที่ถูกเลือกอาจเรียกง่าย ๆ ว่าจุดอ้างอิง (**reference**) โดยทั่วไปแล้วจุดอ้างอิงแสดงถึงจุดหนึ่งๆ ของการพัฒนาที่อยู่ระหว่างช่วงวิถีฟื้นฟูที่ต้องการ ในอีกทางหนึ่งระบบนิเวศหลังฟื้นฟูถูกคาดหวังว่าท้ายที่สุดแล้วจะมีคุณลักษณะเหมือนกับจุดอ้างอิงที่กำหนด เป้าหมายของโครงการฟื้นฟูและยุทธศาสตร์ฟื้นฟูมักจะถูกพัฒนาภายใต้ความคาดหวังเช่นเดียวกัน จุดอ้างอิงอาจประกอบไปด้วยหนึ่งหรือหลายตำแหน่งซึ่งบรรจุระบบนิเวศที่เป็นต้นแบบไว้ หรืออาจอยู่ในรูปของคำอธิบาย หรืออาจเป็นส่วนผสมของทั้งระบบนิเวศต้นแบบและคำอธิบายที่เขียนไว้ ข้อมูลจากจุดอ้างอิงหมายถึงองค์ประกอบทั้งทางชีวภาพและกายภาพ มีการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับระบบนิเวศอ้างอิงอย่างละเอียดในตอน 5

วิถีทางนิเวศวิทยา (**ecological trajectory**) หมายถึง แนวทางการพัฒนาของระบบนิเวศหนึ่งๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป การฟื้นฟูวิถีดังกล่าวเริ่มจากระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่สถานะที่ต้องการ ซึ่งสถานะนั้นถูกกำหนดไว้ในรูปของเป้าหมายโครงการฟื้นฟูและอาจแฝงไว้ในข้อมูลระบบนิเวศอ้างอิง วิธีเหล่านี้รวมเอาคุณลักษณะทางนิเวศวิทยาทั้งหมดทั้งทางชีวภาพและกายภาพของระบบนิเวศ ในทางทฤษฎี วิถีดังกล่าวสามารถถูกวัดโดยชุดข้อมูลตัวแปรทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องตามลำดับชั้น วิธีที่กำหนดจะต้องไม่เฉพาะเจาะจงและแคบจนเกินไป วิธีหนึ่งๆ อาจรวมช่วงของปรากฏการณ์ทางนิเวศวิทยาอย่างกว้างๆ ที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลา ในทางคณิตศาสตร์เราอาจอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีความโกลาหล (chaos theory) หรือทำนายโดยใช้โมเดลทางนิเวศวิทยาที่หลากหลาย การอธิบายวิถีทางนิเวศวิทยามีอุปสรรค 2 อย่าง ได้แก่ อย่างแรก คุณลักษณะของระบบนิเวศที่สามารถวัดได้มีจำนวนมากเกินกว่าที่จะวัดได้ทั้งหมด และคำอธิบายที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับวิถีทางนิเวศวิทยาท่ามกลางเวลาที่เปลี่ยนไป อย่างที่สอง แม้ว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดจะช่วยสร้างความเข้าใจในแต่ละตัวแปร แต่การผนวกรวมหลายตัวแปรมาเป็นวิถีใดวิถีหนึ่งที่แสดงถึงระบบนิเวศทั้งหมดจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์พหุตัวแปร (multivariate analysis) ที่ซับซ้อนมาก ประเด็นเหล่านี้ล้วนแสดงให้เห็นถึงความท้าทายของงานวิจัยที่สำคัญในอนาคต

ความหลากหลายทางชีวภาพ (**biodiversity**) หมายถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในเชิงอนุกรมวิธานและพันธุกรรม การปรากฏของรูปแบบชีวิตที่หลากหลายทำให้เกิดโครงสร้างสังคมสิ่งมีชีวิตและเป็นจุดเริ่มต้นการทำงานของบทบาททางนิเวศวิทยา สิ่งมีชีวิต (**biota**) ถูกจัดตามลำดับชั้นจากระดับยีนไปจนถึงระดับหน่วยสิ่งมีชีวิต ชนิด ประชากร และสังคม

สิ่งมีชีวิต มีมุมมอง 2 ด้านที่สัมพันธ์ กับความหลากหลายทางชีวภาพ คือ องค์ประกอบชนิด (species composition) หมายถึงจำนวนกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันทางอนุกรมวิธาน และความหลากหลายชนิด (species richness) หมายถึงจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตในระดับอนุกรมวิธานเดียวกัน ในการฟื้นฟูนิเวศวิทยา การกลับมาขององค์ประกอบชนิดเป็นเรื่องสำคัญมาก ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูจะสามารถดูแลตัวเองได้ถ้าระบบประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่แตกต่างกันอย่างครบถ้วน ความมากมายของชนิด (species redundancy) คือ การปรากฏของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีบทบาทใกล้เคียงกันในระบบนิเวศ แสดงถึงระดับความมั่นคงของสุขภาพระบบนิเวศ สามารถดำรงอยู่ได้แม้ว่าจะได้รับผลกระทบจากความเครียด การรบกวน หรือการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

เพื่อให้ระบบนิเวศหนึ่งสามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมระดับท้องถิ่น และมีความสามารถในการฟื้นตัวตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงหรือมีความตึงเครียด ประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบต้องมีความเหมาะสมทางพันธุกรรม (genetic fitness) ระบบนิเวศที่ประกอบด้วยประชากรที่มีความเหมาะสมทางพันธุกรรมไม่ใช่เพียงแค่สามารถปรับตัวต่อรูปแบบสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน แต่มีความมากมายของชนิดสิ่งมีชีวิต มีกลุ่มของยีนที่ประกอบด้วยความหลากหลายของอัลลีลที่ถูกเลือกไว้อย่างเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน การนำรูปแบบนิเวศท้องถิ่น (local ecotype) กลับเข้าไปในพื้นที่อาจเพียงพอสำหรับรักษาระดับความเหมาะสมทางพันธุกรรม อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงและมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางกายภาพอย่างมาก การใส่ต้นทุนทางพันธุกรรมที่หลากหลาย (diverse genetic stock) อาจเป็นยุทธศาสตร์ที่จำเป็น เนื่องจากแนวทางดังกล่าวจะก่อให้เกิดการรวมกลุ่มใหม่ของยีนและในท้ายที่สุดเกิดพัฒนาการของรูปแบบนิเวศที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนและสามารถปรับตัวต่อไปได้ในอนาคต

โครงสร้างของสังคมสิ่งมีชีวิต (community structure) หมายถึง ลักษณะ (physiognomy) หรือสถาปัตยกรรม (architecture) ของสังคมสิ่งมีชีวิตในแง่ความหนาแน่น การจัดตัวแนวนอน และความถี่ของการกระจายตัวประชากรสิ่งมีชีวิต ขนาดและรูปแบบชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่ประกอบกัน

กระบวนการทางนิเวศวิทยา (ecological processes) หรือ การทำงานของระบบนิเวศ (ecosystem functions) หมายถึงคุณลักษณะที่เป็นพลวัตของระบบนิเวศ รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการทางนิเวศวิทยาเป็นพื้นฐานสำหรับการรักษาเสถียรภาพของระบบนิเวศหนึ่งๆ นักนิเวศวิทยาฟื้นฟูบางส่วนจำกัดการใช้คำศัพท์ “การทำงานของระบบนิเวศ (ecosystem functions)” ไว้กับคุณลักษณะที่เป็นพลวัต ซึ่งส่วนมากมีผลโดยตรงต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม การแยกและการเปลี่ยนรูปของพลังงาน สารอาหาร และความชื้น เช่น การตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ความสัมพันธ์ตามลำดับขั้นการกิน การย่อยสลาย และการหมุนเวียนสารอาหารและแร่ธาตุ เมื่อการทำงานของระบบนิเวศถูกจำกัดความหมายไว้อย่างเคร่งครัดเช่นนี้ คุณลักษณะที่เป็นพลวัตอื่นๆ จะถูกจัดเป็น “กระบวนการทางนิเวศวิทยา (ecosystem processes)” เช่น การรักษาหน้าดิน การควบคุมภูมิอากาศย่อย การแบ่งส่วนที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตบางชนิด การผสมเกสรและการกระจายเมล็ด การทำงานของระบบนิเวศในพื้นที่ขนาดใหญ่มีความหมายทั่วไปครอบคลุมถึงการรักษาระดับสารอาหารและความชื้นในระยะยาว หรือหมายถึงความยั่งยืนของระบบนิเวศทั้งหมด

กระบวนการและการทำงานของระบบนิเวศ รวมถึงการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เป็นสาเหตุทำให้ระบบนิเวศสามารถสร้างตัวเองใหม่ได้ (autogenic) เป้าหมายร่วมอย่างหนึ่งของการฟื้นฟูระบบนิเวศทางธรรมชาติคือการฟื้นฟูกระบวนการสร้างตัวเองให้ไปสู่จุดที่ไม่จำเป็นต้องมีการช่วยเหลือจากนักฟื้นฟู ในแง่บทบาทหลักของนักฟื้นฟูคือการสร้างกระบวนการสร้างตัวเองใหม่ ซึ่งกระบวนการจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อระบบมีองค์ประกอบชนิดสิ่งมีชีวิตและโครงสร้างที่เหมาะสม แนวคิดนี้อาจไม่เป็นจริงเสมอไปแต่ก็เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญสำหรับการฟื้นฟูระบบนิเวศ

กระบวนการบางอย่างที่เป็นพลวัตมีจุดกำเนิดจากภายนอก เช่น ไฟไหม้ น้ำท่วม ลมพายุที่ทำให้เกิดความเสียหาย สภาวะ ข้อความเค็มจากน้ำขึ้นและพายุ ความหนาวเย็นและความแห้งแล้ง กระบวนการภายนอกเหล่านี้ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความเครียดและบางครั้งถูกเรียกว่าสิ่งกระตุ้นความเครียด (stressors) สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศใดๆ ต้องสามารถต้านทานหรือฟื้นตัวต่อความเครียดที่เกิดตามปกติในบางช่วงเวลา เหตุการณ์เหล่านี้ช่วยรักษาระดับความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ โดยป้องกันการเข้ามาของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพความเครียดดังกล่าว เช่น การไหลเข้าของน้ำเค็มตามปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงมีความจำเป็นต่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศลุ่มน้ำเค็ม (salt marsh ecosystem) กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ในระบบนิเวศทางวัฒนธรรม เช่น การเผาหรือการเลี้ยงสัตว์ ถูกจัดเป็นสิ่งกระตุ้นความเครียดอย่างหนึ่ง คำศัพท์ การรบกวน (disturbance) หรือการก่อการ (perturbation) อาจถูกใช้สลับกันได้ในความหมายของสิ่งกระตุ้นให้เกิดความเครียดหรือเหตุการณ์ตึงเครียด อย่างไรก็ตาม คำว่า การรบกวน ถูกจำกัดความหมายในแง่ที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างรุนแรงหรือฉับพลันกว่าเหตุการณ์ธรรมดา

การต้านทาน (resistance) เป็นศัพท์ที่ใช้บรรยายความสามารถในการรักษาคุณลักษณะทางโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศไว้ได้ท่ามกลางความเครียดและการรบกวน ความสามารถในการฟื้นตัว (resilience) คือความสามารถของระบบนิเวศที่สามารถฟื้นคุณลักษณะทางโครงสร้างและหน้าที่ให้เหมือนเดิมหลังจากได้รับความเสียหายจากความเครียดและการรบกวน ความมีเสถียรภาพของระบบนิเวศ (ecosystem stability) คือความสามารถของระบบที่สามารถรักษาวินัยที่เป็นอยู่ท่ามกลางความเครียด เป็นการแสดงถึงความสมดุลที่เป็นพลวัตมากกว่าการหยุดนิ่ง ความมีเสถียรภาพเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะพื้นฐานของระบบนิเวศที่สามารถต้านทานและฟื้นตัวได้

ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (ecosystem integrity) และสุขภาพระบบนิเวศ (ecosystem health) ถูกใช้ทั่วไปในการอธิบายสภาพของระบบนิเวศที่ต้องการภายหลังการฟื้นฟู แม้ผู้เชี่ยวชาญบางคนจะใช้ศัพท์ดังกล่าวในบริบทที่คล้ายคลึงกัน แต่ทั้งสองคำก็มีความแตกต่างกัน ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (ecosystem integrity) หมายถึง สถานะหรือสภาพของระบบนิเวศที่แสดงถึงลักษณะความหลากหลายทางชีวภาพของจุดอ้างอิง เช่น องค์ประกอบชนิดและโครงสร้างสังคมสิ่งมีชีวิต เป็นสถานะที่สามารถรักษาระดับการทำงานของระบบได้ตามปกติ

สุขภาพของระบบนิเวศ (ecosystem health) หมายถึง สถานะหรือสภาพของระบบนิเวศที่แสดงคุณลักษณะซึ่งเป็นพลวัตสัมพันธ์กับลำดับขั้นของการพัฒนาทางนิเวศวิทยา ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูมีสุขภาพที่ดีถ้าระบบสามารถทำงานได้ตามปกติ สอดคล้องกับระบบนิเวศอ้างอิงหรือสัมพันธ์กับคุณลักษณะของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูที่อธิบายไว้ในตอนที่ 3 สถานะความสมบูรณ์ของระบบนิเวศสามารถบอกเป็นนัยถึงสุขภาพของระบบและสภาพกายภาพที่เหมาะสม แต่อาจไม่เป็นจริงเสมอไป



## ตอนที่ 5:

### ระบบนิเวศอ้างอิง

ระบบนิเวศอ้างอิง (reference ecosystem) หรือจุดอ้างอิง ทำหน้าที่เป็นต้นแบบสำหรับการวางแผนและการประเมินผลโครงการฟื้นฟู ในรูปแบบอย่างง่ายจุดอ้างอิงคือพื้นที่จริงหรือข้อมูลที่มีการบันทึกรายละเอียดไว้หรือทั้งสองอย่างรวมกัน ปัญหาของจุดอ้างอิงอย่างง่ายคือการแสดงสถานะหรือคุณลักษณะของระบบนิเวศเพียงอย่างเดียว จุดอ้างอิงที่ถูกเลือกอาจแสดงออกมาในรูปของสถานะหนึ่งแบบหรือสถานะที่เป็นไปได้หลายแบบภายใต้ขอบเขตความแปรผันของระบบนิเวศนั้นในอดีต จุดอ้างอิงแสดงถึงโอกาสของการเกิดเหตุการณ์แบบสุ่มในระหว่างกระบวนการพัฒนาของระบบนิเวศ




ในลักษณะเดียวกัน ระบบนิเวศที่อยู่ภายใต้การฟื้นฟูสามารถพัฒนาไปสู่ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดของสถานะที่เป็นไปได้สถานะใดๆ ที่ปรากฏหลังจากการฟื้นฟูจะได้รับการยอมรับหากสามารถเทียบได้กับสถานะที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาในระบบนิเวศอ้างอิง อย่างไรก็ตามแล้วจุดอ้างอิงอย่างง่ายไม่เพียงพอสำหรับการเป็นตัวแทนชุดของสถานะที่อาจเกิดขึ้นและไม่พอที่จะแสดงถึงอิทธิพลจากความแปรผันในอดีต ฉะนั้นจุดอ้างอิงที่ดีที่สุดควรมาจากพื้นที่อ้างอิงจำนวนมาก (multiple reference sites) และในบางกรณีจำเป็นต้องมาจากหลายแหล่งข้อมูล คำอธิบายจากหลายส่วน (composite description) สามารถให้แนวทางที่เป็นไปได้จริงสำหรับการวางแผนฟื้นฟูมากกว่า

แหล่งข้อมูลที่สามารถใช้อธิบายระบบนิเวศอ้างอิงประกอบด้วย:

- คำอธิบายทางนิเวศวิทยา (ecological description) รายชื่อชนิด (species list) และแผนที่บริเวณโครงการก่อนถูกทำให้เสียหาย
- ภาพถ่ายทางอากาศและภาคพื้นดินในอดีตและปัจจุบัน
- พื้นที่ใกล้เคียงบริเวณที่จะฟื้นฟู แสดงถึงสภาพทางกายภาพและสิ่งมีชีวิตในอดีต
- คำอธิบายทางนิเวศวิทยาและรายชื่อชนิดพันธุ์สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศสมบูรณ์ที่มีสภาพคล้ายคลึงกับบริเวณที่จะฟื้นฟู
- ตัวอย่างจากหอพรรณไม้และพิพิธภัณฑ์
- รายงานในอดีต และบันทึกการสัมภาษณ์ผู้คนที่คุ้นเคยกับพื้นที่โครงการก่อนได้รับความเสียหาย
- หลักฐานทางนิเวศวิทยาดีก่าบรรพ์ เช่น ฟอสซิลของละอองเรณู ถ่านหิน วงปีต้นไม้ กองอุจจาระหรือเศษซากของสัตว์ฟันแทะ

ระบบนิเวศอ้างอิงมีคุณค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณข้อมูลที่มี อย่างไรก็ตามการเก็บรวบรวมข้อมูลย่อมต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณ อย่างน้อยที่สุดบัญชีรายชื่อทางนิเวศวิทยาเบื้องต้น (baseline ecological inventory) ควรอธิบายถึงคุณลักษณะเด่นของสภาพกายภาพและความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น องค์ประกอบชนิดและโครงสร้างกลุ่มสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้จุดอ้างอิงควรบ่งชี้ถึงสถานการณ์ความเครียดตามปกติที่เกิดขึ้นในช่วง (normal periodic stress event) ที่ทำให้ระบบสามารถรักษาความสมบูรณ์ไว้ได้ คำอธิบายจุดอ้างอิงสำหรับระบบนิเวศทางวัฒนธรรม ควรบ่งชี้ถึงวิถีปฏิบัติทางวัฒนธรรมซึ่งมีอิทธิพลต่อการฟื้นฟูและการจัดการระบบนิเวศในภายหลัง

มีปัจจัย 2 อย่างที่ทำให้คำอธิบายเกี่ยวกับระบบนิเวศอ้างอิงมีความซับซ้อน ทั้งนี้ปัจจัยที่จำเป็นต้องได้รับความสนใจเพื่อที่จะสามารถสร้างจุดอ้างอิงที่มีประโยชน์และมีคุณภาพ อย่างแรกคือ พื้นที่อ้างอิงมักถูกเลือกจากระดับความหลากหลายทางชีวภาพที่ต้องการ ในขณะที่พื้นที่ที่ต้องการการฟื้นฟูมักแสดงถึงขั้นตอนทางนิเวศวิทยาก่อนหน้า (earlier ecological stage) ในกรณีนี้การกำหนดจุดอ้างอิงจำเป็นต้องคาดคะเนช่วงแรกของกระบวนการพัฒนาเพื่อวัตถุประสงค์ของการวางแผนและการประเมินผลโครงการ ความจำเป็นสำหรับคาดคะเนนี้จะลดลงเมื่อลำดับขั้นการพัฒนาของพื้นที่ในกระบวนการฟื้นฟูก้าวหน้ามากพอที่จะเปรียบเทียบกับพื้นที่อ้างอิงได้ อย่างที่สองคือ ขณะที่เป้าหมายของการฟื้นฟูหมายถึงระบบนิเวศตามธรรมชาติ แต่พื้นที่อ้างอิงเกือบทั้งหมดได้รับผลกระทบบางอย่างจากมนุษย์ซึ่งไม่ควรถูกเลียนแบบในระบบนิเวศหลังการฟื้นฟู ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการตีความเพื่อขจัดความคลุมเครือเหล่านี้ ดังนั้นการเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับระบบนิเวศอ้างอิงจึงต้องการประสบการณ์และความชำนาญในการประเมินทางนิเวศวิทยา


เป้าหมายของโครงการฟื้นฟูที่เขียนไว้อย่างชัดเจนมีความสำคัญมากในการกำหนดรายละเอียดของระบบนิเวศอ้างอิง สำหรับการฟื้นฟูในระดับที่กว้างขึ้น เช่น การฟื้นฟูในระดับภูมิทัศน์ (landscape-scale restoration) อาจมีเพียงการกำหนดเป้าหมายทั่วไป คำอธิบายของระบบนิเวศอ้างอิงก็สามารถเขียนไว้อย่างทั่วไปได้ ในกรณีดังกล่าว ภาพถ่ายทางอากาศอาจเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่สุดสำหรับการอธิบายระบบนิเวศอ้างอิง การฟื้นฟูในระดับที่เล็กกว่านี้อาจจำเป็นต้องมีข้อมูลที่ลงรายละเอียดมากขึ้น เช่น ข้อมูลจากพื้นที่ที่จะดำเนินการฟื้นฟูจริง เป็นต้น 

## ตอนที่ 6:

# สิ่งมีชีวิตต่างถิ่น

สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ถูกนำเข้ามาในพื้นที่ที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตนั้นมาก่อนโดยผ่านกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เนื่องจากการฟื้นฟูนิเวศวิทยาของระบบนิเวศตามธรรมชาติพยายามที่จะทำให้พื้นที่ที่มีสภาพคล้ายกับอดีตมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นการลดหรือการกำจัดสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นออกไปจากพื้นที่จึงเป็นเป้าหมายสำคัญ อย่างไรก็ตาม โครงการฟื้นฟูจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านงบประมาณและการวางแผนดำเนินงานอย่างเป็นเหตุเป็นผล ความสามารถในการปฏิบัติได้จริงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการควบคุมสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น ในภูมิภาคทางวัฒนธรรมสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นมักเป็นส่วนประกอบหนึ่งของระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฐานะพืชเศรษฐกิจและสัตว์เลี้ยง อาจพบพืชต่างถิ่นในพื้นที่หลังการรบกวน (ruderals) หรือพืชชนิดที่มักพบร่วมกับพืชเศรษฐกิจ (segetals) อาจเป็นผลจากการมีวิวัฒนาการร่วมกันมา สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นเหล่านี้เป็นที่ยอมรับได้สำหรับการฟื้นฟูทางวัฒนธรรม

ในระบบนิเวศธรรมชาติโดยทั่วไป ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นชนิดรุกรานจะแก่งแย่งและเข้าแทนที่ชนิดพันธุ์ท้องถิ่นในที่สุด ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นทั้งหมดเป็นอันตราย สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นบางชนิดทำหน้าที่แทนสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นบางชนิดที่พบได้น้อยหรือสูญหายไปจากพื้นที่ ในแง่ดังกล่าวการกำจัดสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นชนิดนั้นอาจไม่เหมาะสม สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นบางชนิดถูกนำเข้ามาในช่วงไม่กี่ศตวรรษที่ผ่านมาโดยมนุษย์หรือโดยช่องทางอื่นและได้กลายมาเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี สถานะของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ยังคงเป็นประเด็นถกเถียงกันอยู่ สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อพยพเข้าและออกตามความผันแปรของสภาพภูมิอากาศในยุคโฮโลซีน (Holocene) อาจไม่สามารถเรียกได้ว่าเป็นชนิดต่างถิ่น แม้ว่าสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นทั้งหมดจะถูกกำจัดออกจากพื้นที่ฟื้นฟู แต่โอกาสในการกลับเข้ามาที่ยังคงมีสูง ด้วยเหตุดังกล่าวการพัฒนานโยบายเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นแต่ละชนิดจำเป็นต้องตั้งอยู่บนความเป็นไปได้เชิงชีววิทยา เศรษฐศาสตร์ และการจัดการ ความสำคัญลำดับสูงสุดควรเป็นการควบคุมหรือการกำจัดสิ่งมีชีวิตที่บ่งชี้ถึงการคุกคามอย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชต่างถิ่นชนิดที่กระจายตัวได้ไกลซึ่งถูกจัดเป็นภัยคุกคามทางนิเวศวิทยาในระดับภูมิภาคและภูมิภาค รวมถึงสัตว์ผู้ล่าหรือสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตท้องถิ่นหายไป อีกประเด็นที่สำคัญคือจะหาวิธีทำให้เกิดการรบกวนสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นและทรัพยากรดินให้น้อยที่สุดเมื่อเอาสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นออกไป

ในบางกรณี มีการใช้พืชต่างถิ่นในโครงการฟื้นฟูเพื่อวัตถุประสงค์บางอย่างที่เฉพาะเจาะจง เช่น การเป็นพืชคลุมดิน (cover crops) พืชที่เลี้ยง (nurse crops) หรือช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจน (nitrogen fixers) อย่างไรก็ตามพืชต่างถิ่นเหล่านี้ควรต้องถูกกำจัดออกในตอนท้ายของโครงการฟื้นฟู เว้นเสียแต่จะเป็นพืชอายุสั้น หรือเป็นชนิดที่ไม่ทนทานซึ่งจะหายไปเองระหว่างกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) 

## ตอนที่ 7:

# การติดตามและประเมินผล

โครงการฟื้นฟูที่มีการวางแผนอย่างเหมาะสมจะพยายามมุ่งทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักที่กำหนดไว้ ซึ่งเป้าหมายดังกล่าวมักสะท้อนคุณลักษณะสำคัญของระบบนิเวศอ้างอิง การบรรลุเป้าหมายทำได้โดยการดำเนินตามวัตถุประสงค์ย่อย เป้าหมายส่วนใหญ่มักเป็นแนวคิด แต่วัตถุประสงค์มักเป็นรูปธรรมเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมาย คำถามหลัก 2 คำถามที่สำคัญต่อการประเมินผลระบบนิเวศหลังฟื้นฟู ได้แก่ 1) โครงการฟื้นฟูบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ และ 2) โครงการบรรลุเป้าหมายหรือไม่ ทั้งนี้ผู้เกี่ยวข้องจะตอบคำถามดังกล่าวได้ก็ต่อเมื่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ได้ถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจนก่อนเริ่มโครงการฟื้นฟู

ระบบนิเวศเป็นสิ่งซับซ้อนและเมื่อพิจารณาในรายละเอียดจะไม่พบระบบนิเวศ 2 ระบบใดๆ ที่เหมือนกันทุกประการ หรือในอีกทางหนึ่งไม่มีระบบนิเวศหลังฟื้นฟูใดๆ ที่จะเหมือนจุดอ้างอิงทุกอย่าง ตัวแปรทางนิเวศวิทยาที่สามารถใช้ในการประเมินมี

จำนวนมากเกินกว่าที่จะสามารถวัดได้ทั้งหมดภายใต้ระยะเวลาที่จำกัด การเลือกตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการประเมินผลต้องอาศัยวิธีคิดที่อิงกับความเป็นจริงและการตัดสินใจของผู้ประเมิน


วัตถุประสงค์มักถูกประเมินบนมาตรฐานความสามารถ (**performance standards**) หรืออาจเรียกว่าเกณฑ์การออกแบบ (design criteria) หรือเกณฑ์ความสำเร็จ (success criteria) มาตรฐานหรือเกณฑ์เหล่านี้ถูกออกแบบจากความเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศอ้างอิง มาตรฐานที่ใช้ในการประเมินควรให้ข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับตัดสินว่าโครงการฟื้นฟูบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ วัตถุประสงค์ มาตรฐานความสามารถ และขั้นตอนสำหรับการติดตามตรวจสอบและการประเมินผล ควรถูกรวมไว้ในแผนการฟื้นฟูก่อนเริ่มโครงการ ถ้าข้อมูลที่เก็บรวบรวมระหว่างกระบวนการติดตามผลแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่ทำได้ตามมาตรฐานที่ใช้ในการประเมิน นั่นก็หมายถึงการบรรลุวัตถุประสงค์โครงการอย่างไม่มีข้อกังขา และระบบนิเวศหลังการฟื้นฟูมีแนวโน้มที่จะฟื้นตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอาจไม่ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติมจากผู้เกี่ยวข้องเลย

โครงการฟื้นฟูที่ได้ทำตามวัตถุประสงค์แสดงถึงการบรรลุเป้าหมายหรือเกือบบรรลุเป้าหมาย แต่การคาดการณ์นี้อาจไม่ถูกต้องเสมอไป เนื่องจากวัตถุประสงค์และมาตรฐานการประเมินอาจถูกกำหนดไว้อย่างไม่เหมาะสม หรือความแปรปรวนของสิ่งที่ไม่คาดคิดด้านสภาพแวดล้อมอาจมีอิทธิพลทำให้วิถีการฟื้นฟูเปลี่ยนแปลงไป ด้วยเหตุนี้และเนื่องจากเป้าหมายเป็นอุดมคติที่ไม่สามารถวัดเชิงประจักษ์ได้อย่างชัดเจน การประเมินว่าโครงการบรรลุเป้าหมายหรือไม่อาจต้องอาศัยการตัดสินใจและการใช้ความรู้สึกของผู้เชี่ยวชาญอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

กลยุทธ์ 3 แบบ ที่ถูกใช้สำหรับการประเมินผล คือ การเปรียบเทียบโดยตรง (direct comparison) การวิเคราะห์คุณลักษณะ (attribute analysis) และการวิเคราะห์วิถี (trajectory analysis) ในการเปรียบเทียบโดยตรง (**direct comparison**) ตัวแปรที่กำหนดจะถูกวัดค่าทั้งในพื้นที่อ้างอิงและพื้นที่ฟื้นฟู ถ้าคำอธิบายจุดอ้างอิงกำหนดไว้ละเอียด อาจใช้ตัวแปรมากถึง 20 หรือ 30 ตัวแปร ในการเปรียบเทียบ ทั้งนี้รวมถึงสภาพทางชีวภาพและทางกายภาพ ผลที่ได้อาจนำไปสู่ความคลุมเครือของการตีความเมื่อบางตัวแปรมีความใกล้เคียงกันมากในขณะที่บางตัวแปรมีความแตกต่างกันมาก คำถามที่ตามมาคือตัวแปรใดจำนวนเท่าไรที่ต้องมีค่าใกล้เคียงกัน และต้องมีค่าใกล้เคียงมากแค่ไหนจึงจะถือว่าบรรลุเป้าหมายการฟื้นฟู การเลือกชุดของลักษณะที่สามารถอธิบายระบบนิเวศหนึ่งได้อย่างกระชับและสมบูรณ์อาจเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด

ในส่วนการวิเคราะห์คุณลักษณะ (**attribute analysis**) จะเชื่อมโยงกับรายละเอียดที่อธิบายไว้ในตอนที่ 3 ในกลยุทธ์นี้ ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงกึ่งปริมาณที่ได้จากการติดตามผลในช่วงเวลาที่กำหนดและรายงานอื่นๆ จะมีประโยชน์ต่อการตัดสินระดับความสำเร็จของแต่ละเป้าหมาย

การวิเคราะห์แนวโน้มวิถี (**trajectory analysis**) เป็นกลยุทธ์หนึ่งที่เป็นความหวัง อยู่ภายใต้การพัฒนาเกี่ยวกับการแปรผลชุดข้อมูลเชิงเปรียบเทียบขนาดใหญ่ ในกลยุทธ์นี้ข้อมูลที่เก็บจากพื้นที่ฟื้นฟูในแต่ละช่วง จะถูกนำมาสร้างเป็นแนวโน้มของวิถีที่กำลังเกิดขึ้น ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวจะนำไปสู่สภาพอ้างอิง เป็นหลักฐานว่าการฟื้นฟูกำลังดำเนินไปตามวิถีที่ต้องการ

การประเมินผลรวมทั้งการประเมินเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ซึ่งล้วนเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์เชิงวัฒนธรรม เศรษฐกิจ และทางสังคมอื่นๆ ที่อาจต้องใช้เทคนิคการประเมินผลทางสังคมศาสตร์ร่วมด้วย การประเมินเป้าหมายทางเศรษฐกิจสังคมเป็นสิ่งสำคัญต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและท้ายที่สุดสำหรับผู้กำหนดนโยบายที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับการอนุญาตและการสนับสนุนงบประมาณโครงการฟื้นฟูต่างๆ 

## ตอนที่ 8:

### การวางแผนฟื้นฟู

แผนสำหรับโครงการฟื้นฟูควรประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้


- หลักการและเหตุผลที่ชัดเจนว่าทำไมต้องฟื้นฟู
- รายละเอียดทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ที่จะฟื้นฟู
- เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของโครงการฟื้นฟู
- การกำหนดระบบนิเวศอ้างอิงและคำอธิบายรายละเอียด
- คำอธิบายถึงวิธีการผนวกรวมพื้นที่ฟื้นฟู เข้ากับภูมิทัศน์โดยรอบ รวมถึงการเข้าออกของสิ่งมีชีวิต และการหมุนเวียนของสาร
- แผนงาน กำหนดการ และงบประมาณในการเตรียมพื้นที่อย่างชัดเจน กิจกรรมระหว่างการฟื้นฟูและหลังการฟื้นฟู รวมไปถึงกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดระหว่างการดำเนินงานได้อย่างรวดเร็ว
- เกณฑ์มาตรฐานความสามารถ (performance standards) ที่ใช้ได้จริงและชัดเจน พร้อมด้วยขั้นตอนการติดตามที่สามารถใช้ประเมินผลโครงการได้
- กลยุทธ์สำหรับการป้องกันและการดูแลรักษาระบบนิเวศหลังฟื้นฟูในระยะยาว

หากเป็นไปได้ควรมีแปลงควบคุมที่ไม่ได้รับการฟื้นฟูอย่างน้อยหนึ่งแปลงเพิ่มเข้าไปในพื้นที่โครงการสำหรับการเปรียบเทียบ



## ตอนที่ 9:

### ความสัมพันธ์ระหว่างการฟื้นฟูเชิงปฏิบัติกับทฤษฎีนิเวศวิทยาการฟื้นฟู

การฟื้นฟูนิเวศวิทยา (ecological restoration) เป็นการดำเนินการฟื้นฟูระบบนิเวศเชิงปฏิบัติโดยผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ในขณะที่นิเวศวิทยาการฟื้นฟู (restoration ecology) เป็นวิทยาศาสตร์พื้นฐานของการปฏิบัติดังกล่าว ตามทฤษฎีนิเวศวิทยาการฟื้นฟู (restoration ecology) จะต้องมีแนวคิดชัดเจน มีแบบจำลอง วิธีการและอุปกรณ์ที่จะสนับสนุนผู้ปฏิบัติงาน บางครั้งผู้ปฏิบัติงานและนักนิเวศวิทยาฟื้นฟูเป็นบุคคลคนเดียวกัน ถือเป็นความเชื่อมโยงระหว่างภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี ขอบเขตของงานนิเวศวิทยาการฟื้นฟูไม่ได้จำกัดแค่วิธีปฏิบัติด้านการฟื้นฟูเท่านั้น นักนิเวศวิทยาฟื้นฟูสามารถใช้พื้นที่โครงการฟื้นฟูเป็นแปลงทดลองเพื่อพัฒนาทฤษฎีทางด้านนิเวศวิทยาได้ด้วย เช่น ข้อมูลที่ได้มาจากพื้นที่โครงการอาจมีประโยชน์ต่อการตอบคำถามเกี่ยวกับการรวมกลุ่มของสังคมสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูสามารถใช้เป็นพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติได้อีกด้วย 

## ตอนที่ 10:

### ความสัมพันธ์ของการฟื้นฟูกับกิจกรรมอื่นๆ


การฟื้นฟูนิเวศวิทยา คือ หนึ่งในหลายๆ กิจกรรมที่มุ่งปรับเปลี่ยนสภาพทางชีวภาพและกายภาพภายในพื้นที่ มักเป็นที่สับสนบ่อยๆ กับกิจกรรมฟื้นฟูทั่วไป เช่น การฟื้นฟูสภาพดิน (reclamation) การฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย (rehabilitation) การบรรเทาความเสียหาย (mitigation) วิศวกรรมทางนิเวศวิทยา (ecological engineering) และการจัดการทรัพยากรอีกด้าน รวมทั้งการจัดการสัตว์ป่า การประมง การปศุสัตว์ วนเกษตร และการทำป่าไม้ กิจกรรมเหล่านี้สามารถซ้อนทับและอาจถูกจัดเป็นส่วนหนึ่งของการฟื้นฟูนิเวศวิทยาถ้าสามารถทำให้เกิดคุณลักษณะดังที่อธิบายไว้ในตอนที่ 3 ของเอกสารนี้ โดยทั่วไปการฟื้นฟูนิเวศวิทยาให้ความสำคัญกับการดูแลหลังเริ่มโครงการมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมฟื้นฟูอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าระบบจะมีคุณลักษณะดังที่ต้องการ

การฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย (**rehabilitation**) มีจุดที่เหมือนกันกับการฟื้นฟูนิเวศวิทยาคือการใช้ระบบนิเวศในอดีตหรือระบบนิเวศที่มีอยู่ก่อนหน้าเป็นต้นแบบหรือจุดอ้างอิง แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องเป้าหมายและกลยุทธ์ การฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัยให้ความสำคัญกับการซ่อมแซมกระบวนการ การผลิตขั้นต้นและการบริการของระบบนิเวศ ในขณะที่เป้าหมายของการฟื้นฟูนิเวศวิทยาจะรวมไปถึงการสร้างความสำเร็จของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่เดิมในแง่ขององค์ประกอบชนิดและโครงสร้างของสังคมสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูนิเวศวิทยาในแง่ของการเป็นแนวคิดแบบกว้างๆ จะครอบคลุมโครงการส่วนใหญ่ซึ่งในอดีตถูกระบุว่าเป็นการฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย

การฟื้นฟูสภาพที่ดิน (**reclamation**) ถูกใช้กันทั่วไปในบริบทของการฟื้นฟูเหมืองในทวีปอเมริกาเหนือและสหราชอาณาจักร คำศัพท์นี้ถูกนำไปใช้ในมุมมองกว้างกว่าการฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย วัตถุประสงค์หลักของการฟื้นฟูสภาพที่ดินประกอบด้วยการรักษาเสถียรภาพหน้าดิน ความปลอดภัยของสาธารณะ การปรับปรุงทัศนียภาพ และการนำที่ดินกลับมาใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่เชื่อมโยงกับบริบทพื้นที่ โดยทั่วไปการปลูกพืชทดแทนเป็นส่วนหนึ่งของการฟื้นฟูสภาพที่ดิน ทั้งนี้อาจเป็นการปลูกพืชเพียงชนิดเดียวหรือไม่กี่ชนิดก็ได้ โครงการฟื้นฟูสภาพที่ดินที่ดำเนินการบนพื้นฐานทางนิเวศวิทยาอาจมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับการฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัยหรือแม้กระทั่งการฟื้นฟูนิเวศวิทยาได้

การบรรเทาความเสียหาย (**mitigation**) เป็นวิธีปฏิบัติที่มุ่งบรรเทาความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อม การบรรเทาความเสียหายเป็นสิ่งจำเป็นทั่วไปในสหรัฐอเมริกา เป็นเงื่อนไขของการออกใบอนุญาตสำหรับโครงการพัฒนาเอกชนและโครงการรัฐบาลที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่พื้นที่ชุ่มน้ำ อย่างไรก็ตามโครงการบรรเทาความเสียหายบางโครงการสามารถฟื้นฟูคุณลักษณะบางอย่างให้คล้ายคลึงกับระบบนิเวศหลังฟื้นฟู ดังที่อธิบายไว้ในตอนที่ 3 ในกรณีเช่นนี้การบรรเทาความเสียหายอาจถูกจัดเป็นการฟื้นฟูระบบนิเวศได้

มีการใช้ศัพท์ การสร้างใหม่ (**creation**) อย่างแพร่หลายเมื่อไม่นานนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการที่ดำเนินงานบนพื้นที่ว่างเปล่า ไม่มีพืชปกคลุมเลย บางครั้งมีการใช้ศัพท์ การประดิษฐ์ (**fabrication**) แทนการสร้างใหม่ และบ่อยครั้งที่การละเลยพื้นที่ว่างเปล่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง ถึงขั้นต้องมีการสร้างระบบนิเวศใหม่แทนระบบนิเวศที่พบในอดีต การสร้างใหม่ ซึ่งมักต้องมีการดำเนินการเชิงวิศวกรรมและภูมิสถาปัตยกรรมไม่สามารถจัดเป็นการฟื้นฟูได้ เพราะว่าการฟื้นฟูนิเวศวิทยาจะมุ่งสร้างหรือกระตุ้นกระบวนการพัฒนาของระบบนิเวศตามวิถีที่ต้องการ จากนั้นกระบวนการภายในระบบจะพัฒนาไปสู่สถานะขั้นถัดไปโดยมีการแทรกแซงของมนุษย์น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

วิศวกรรมทางนิเวศวิทยา (**ecological engineering**) เกี่ยวข้องกับการจัดการวัสดุธรรมชาติ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมทางเคมีกายภาพ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงและเพื่อแก้ปัญหาทางเทคนิคบางอย่างของมนุษย์ มีความแตกต่างจากวิศวกรรมโยธาซึ่งเกี่ยวข้องกับวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น เหล็กและคอนกรีต ความสามารถในการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นอย่างแม่นยำโดยใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรมทั้งหมด ในขณะที่การฟื้นฟูนิเวศวิทยาจะตระหนักและยอมรับผลที่ไม่สามารถทำนายได้อย่างแน่ชัด รวมถึงการตั้งเป้าหมายซึ่งมองไปมากกว่าการปฏิบัติตามวิธีการอย่างเคร่งครัด มีการคำนึงถึงความหลากหลายทางชีวภาพ ความสมบูรณ์และสุขภาพของระบบนิเวศ ทั้งนี้เมื่อใดที่ความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ไม่ใช่ประเด็นหลัก ขอบเขตของงานวิศวกรรมทางนิเวศวิทยาหลายๆ โครงการ สามารถขยายออกไปจนมีคุณสมบัติจัดเป็นการฟื้นฟูนิเวศวิทยาได้ 

ตอนที่ 11:

## การผสมผสานการฟื้นฟูนิเวศวิทยากับแผนงานขนาดใหญ่

บางครั้งการฟื้นฟูนิเวศวิทยาก็เป็นหนึ่งในหลายๆ องค์ประกอบภายใต้การทำงานของภาครัฐหรือภาคเอกชน เช่น โครงการพัฒนาและแผนการจัดการลุ่มน้ำ การจัดการระบบนิเวศและการอนุรักษ์ธรรมชาติ ผู้จัดการโครงการหรือแผนงานขนาดใหญ่

ควรตระหนักถึงความซับซ้อนและต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและการดำเนินงานฟื้นฟูทางนิเวศวิทยา การประหยัดต้นทุนอาจทำได้โดยการผนวกรวมกิจกรรมด้านการฟื้นฟูเข้ากับงานด้านอื่นๆ ของแผนงานใหญ่ ถ้าทำได้เช่นนั้นผู้จัดการโครงการจะได้ประโยชน์จากการมองภาพทั้งหมดเชื่อมโยงกัน นักฟื้นฟูจะมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนงานทุกด้านในแผนงานที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษา นอกจากนี้นักฟื้นฟูจะอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้มั่นใจได้ว่าองค์ประกอบของการฟื้นฟูนิเวศวิทยาทั้งหมดได้รับความตระหนักและมีความเข้าใจอย่างเต็มที่ นำไปสู่การดูแลผลประโยชน์ของส่วนรวมอย่างแท้จริง



สมาคมฟื้นฟูนิเวศวิทยาสากล  
Society for Ecological Restoration International

ภารกิจของสมาคมคือการส่งเสริมการฟื้นฟูนิเวศวิทยาในฐานะเครื่องมือของการรักษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตบนโลกและการสร้างความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาาระหว่างธรรมชาติและวัฒนธรรมที่เข้มแข็ง

สมาคมฟื้นฟูระบบนิเวศสากลเป็นหน่วยงานไม่หวังผลกำไรที่ดำเนินการด้วยความร่วมมือของสมาชิกที่เกี่ยวข้อง ทั้งระดับบุคคลและระดับองค์กรซึ่งมีส่วนร่วมในการซ่อมแซมและการจัดการระบบนิเวศอย่างแข็งขัน

สมาชิกของสมาคมทำงานอยู่ทั่วโลก ก่อให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ชุดองค์ความรู้ และมุมมองเชิงวัฒนธรรม สมาคมมีสมาชิกเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักวางแผน นักบริหาร ที่ปรึกษาทางนิเวศวิทยา สถาปนิกเชิงภูมิทัศน์ นักปรัชญา วิศวกร ผู้จัดการพื้นที่ธรรมชาติ นักเขียน นักเพาะปลูก นักกิจกรรมชุมชน และอาสาสมัคร

สมาคมฟื้นฟูระบบนิเวศสากลรองรับการเติบโตของเครือข่ายฟื้นฟูนิเวศวิทยาโดยเป็นเวทีแลกเปลี่ยนสำหรับนักฟื้นฟู ส่งเสริมงานวิจัย การสร้างจิตสำนึก และการสนับสนุนภาคสาธารณะต่อการฟื้นฟู การจัดการเชิงฟื้นฟู และการอภิปรายเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะ ให้คุณค่ากับบุคคลที่ได้เสียสละต่อวงการการฟื้นฟู และมีส่วนส่งเสริมการฟื้นฟูระบบนิเวศทั่วโลก

สมาคมฟื้นฟูระบบนิเวศสากลก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2530 ปัจจุบันมีสมาชิกจาก 37 ประเทศ และมีสาขาย่อย 14 สาขาทั่วโลก ได้รับการยอมรับโดยหน่วยงานรัฐและเอกชนในฐานะแหล่งรวบรวมผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การฟื้นฟู วิธีปฏิบัติและนโยบาย สมาคมฟื้นฟูระบบนิเวศสากลสามารถทำงานบรรลุวัตถุประสงค์ได้ด้วยความร่วมมือจากหน่วยงานพันธมิตรและการทำงานของสมาชิกทั่วโลก

สมาคมเป็นเครือข่ายที่กำลังขยายขนาดขึ้นเรื่อยๆ เป็นที่รวมตัวของผู้ปฏิบัติซึ่งอุทิศตัวเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศที่เสียหายหรือถูกรบกวน คุณสามารถเป็นสมาชิกคนหนึ่งของสมาคมฟื้นฟูระบบนิเวศสากลได้เช่นกัน สมัครเป็นสมาชิกได้ทางเว็บไซต์

**Society for Ecological Restoration International**

285 West 18th Street, Suite 1

Tucson, Arizona 85701 USA

โทรศัพท์ : 520-622-5485

แฟกซ์ : 520-622-5491

อีเมล : [info@ser.org](mailto:info@ser.org) • เว็บไซต์ : [www.ser.org](http://www.ser.org)