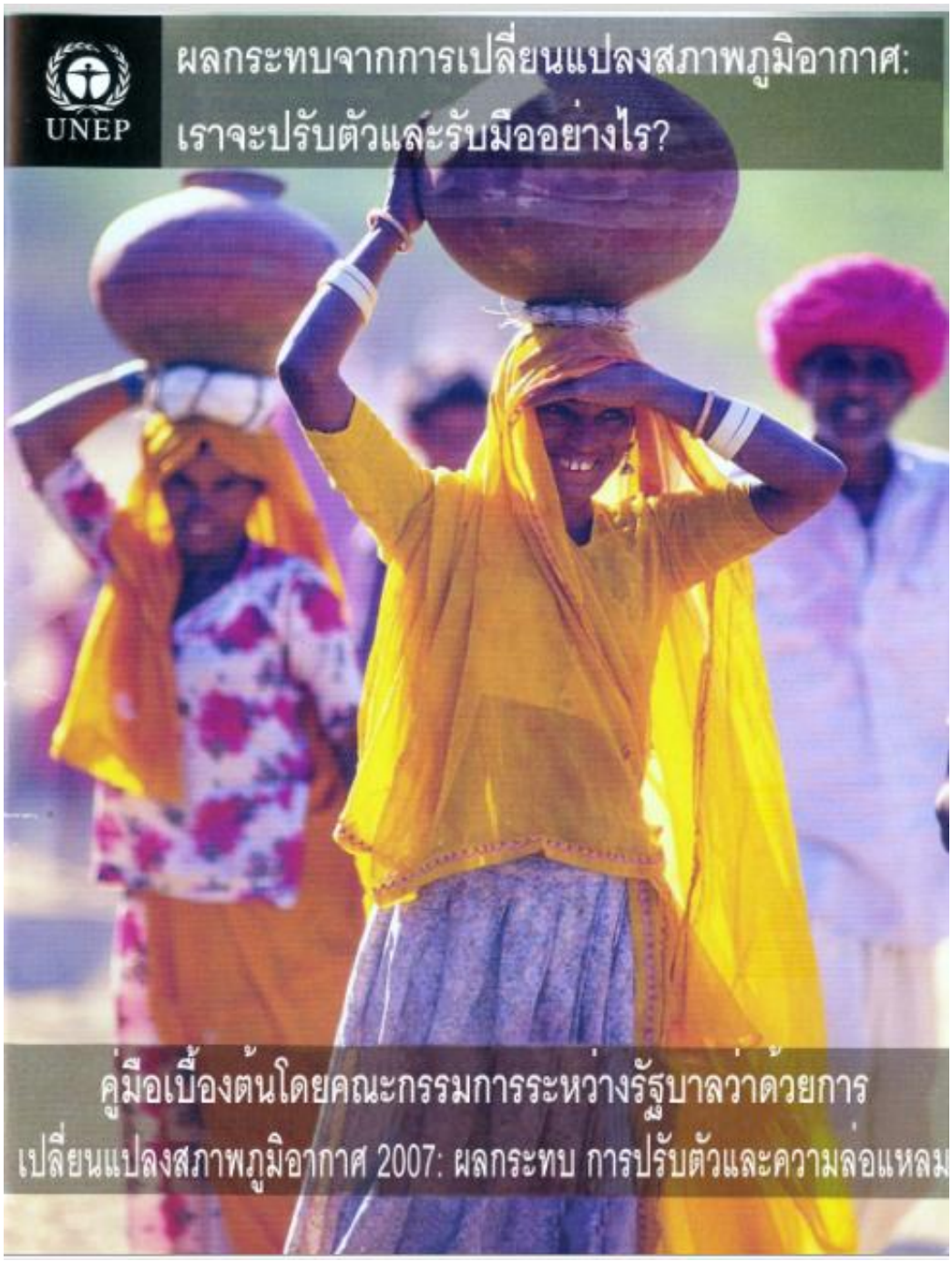

UNEP
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ:
เราจะปรับตัวและรับมืออย่างไร?
คู่มือเบื้องต้นโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการ
เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2007: ผลกระทบ การปรับตัวและความล่อแหลม

พิมพ์ครั้งที่ 1 พฤศจิกายน ค.ศ. 2008
ลิขสิทธิ์ © สำนักงานโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ ค.ศ. 2008
ISBN: 978-92-807-2984-9
Job number: DEP/1118/NA
Pre-press: UNON/Publishing Section Services/Nairobi

สิ่งพิมพ์นี้สามารถนำไปพิมพ์ซ้ำทั้งหมดหรือเป็นบางส่วนในทุกรูปแบบเพื่อวัตถุประสงค์ด้านการศึกษาและไม่ได้แสวงผลกำไร โดยไม่ต้องขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ แต่ต้องระบุถึงแหล่งที่มาอย่างเหมาะสม ทั้งนี้สำนักงานโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติมีความยินดีที่จะได้รับมอบสิ่งพิมพ์ใดๆ ที่ใช้คู่มือเล่มนี้เป็นแหล่งอ้างอิง ไม่มีการอนุญาตให้ใช้สิ่งพิมพ์นี้เพื่อการจำหน่ายหรือเพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าใดๆ ก็ตาม โดยไม่ได้รับการอนุญาตอย่างเป็นทางการจากสำนักงาน รูปแบบการนำเสนอและการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ทั้งหมดของสิ่งพิมพ์นี้ มิได้แสดงถึงความเห็นใดๆ ของสำนักงานโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติเกี่ยวกับสถานะทางกฎหมายของประเทศ พื้นที่หรือเขตการปกครอง หรืออำนาจการปกครองใดๆ หรือเกี่ยวกับการกำหนดเขตชายแดนใดๆ

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: เราจะปรับตัวและรับมือได้อย่างไร?

คู่มือเบื้องต้นโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2007: ผลกระทบ การปรับตัวและรับมือและความล่อแหลม

ลิขสิทธิ์ภาพปก © Charlie Westerman/Getty Images
คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้รับรางวัลโนเบลสาขาสันติภาพ ในปี ค.ศ. 2007

คำนำและบทสรุป

คู่มือฉบับนี้สรุปบทวิเคราะห์ล่าสุดของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ถึงความรู้ในปัจจุบันที่เกี่ยวกับผลกระทบ การปรับตัวและรับมือและความล่อแหลมของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ[1] ซึ่งองค์ความรู้เหล่านี้ได้สรุปอยู่ในประเด็นสาร 16 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและตามธรรมชาติ
2. ปัจจุบัน สามารถคาดการณ์ถึงขนาดของผลกระทบจากช่วงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น
3. ระบบและภาคส่วนบางประเภทจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นพิเศษ
4. พื้นที่บางแห่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นพิเศษ
5. ในทุกๆ อาณาบริเวณ แม้แต่ในที่ที่มีรายได้สูง จะมีคนบางกลุ่มได้รับความเสี่ยงเป็นพิเศษ
6. ผลกระทบโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีโอกาสสูงในด้านลบ
7. คาดว่า ความถี่และความรุนแรงของการเกิดสภาวะความรุนแรงของลมฟ้านั้นจะส่งผลกระทบร้ายแรง
8. มีความป็นไปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่บางประการจะส่งผลกระทบร้ายแรงในวงกว้าง โดยเฉพาะหลังศตวรรษที่ 21
9. แม้ว่าจะมีการปรับตัวและรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต แต่การปรับตัวและรับมือดังกล่าวยังคงมีข้อจำกัด
10. การปรับตัวและรับมือมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อตอบสนองต่อผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน ซึ่งสืบเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอดีตที่ผ่านมา
11. แม้จะมีทางเลือกสำหรับการปรับตัวและรับมือที่หลากหลาก แต่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการรับมือที่ครอบคลุมรอบด้าน
12. ความล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะยิ่งเพิ่มขึ้นและส่งผลมากขึ้นด้วยปัจจัยแรงกดดันต่างๆ
13. ความล่อแหลมในอนาคตไม่ได้ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับแนวทางการพัฒนาอีกด้วย
14. การพัฒนาที่ยั่งยืนสามารถลดความล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจทำลายศักยภาพของประเทศในการบรรลุผลต่อแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน
15. สามารถหลีกเลี่ยง ลดและชะลอการเกิดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้หลายประการโดยการลดหรือบรรเทาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
16. เราต้องการมาตรการปรับตัวและรับมือและมาตรการบรรเทาเชิงบูรณาการเพื่อรับมือกับความท้าทายของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการผสานมาตรการไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากการขาดข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์จากมาตรการปรับตัวและรับมือ

[1] IPPC, 2007a: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerabilities. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.

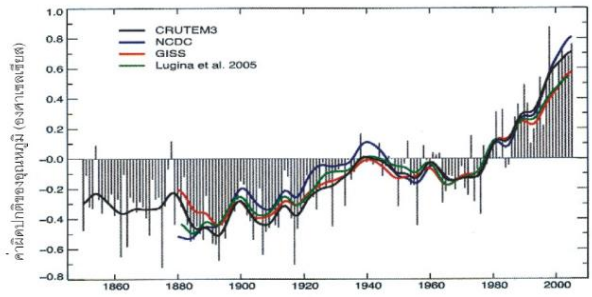
ปัจจุบัน

สภาพอากาศกำลังเปลี่ยนแปลง

รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4[2] ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกลุ่มที่ 1 สรุปว่า ภาวะโลกร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปรากฏอย่างชัดเจน อุณหภูมิรายปีโดยเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้น 0.76 องศาเซลเซียส ในระหว่างปี ค.ศ. 1850-1899 และ 2001-2005 (รูปที่ 1) ปีที่ร้อนที่สุด คือ ปี ค.ศ. 1988 โดยมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ยช่วงปี ค.ศ. 1961-1990 ถึง 0.55 องศาเซลเซียส ช่วงสิบสองในสิบสามปีที่ร้อนที่สุดได้เกิดขึ้นในปัจจุบันในช่วงสิบสามปีที่ผ่านมานี้ (1995-2009)

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศซึ่งไม่ได้ส่งผลเพียงแต่อุณหภูมิเท่านั้น เนื่องจากมีพลังงานมากขึ้นในระบบ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะส่งผลให้สภาพภูมิอากาศในส่วนอื่นๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งรายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สรุปว่า:

- จะเกิดฝน หิมะและลูกเห็บตกมากขึ้นและบ่อยครั้งในเกือบทุกพื้นที่ในช่วงศตวรรษที่ 21
- มีพื้นที่ประสบภัยแล้งเพิ่มมากขึ้นในหลายพื้นที่ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970
- พายุเขตร้อนทวีความรุนแรงขึ้นในบางภูมิภาค ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970



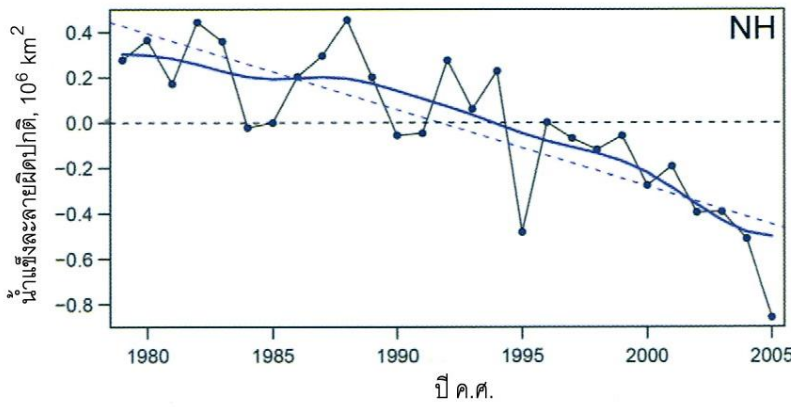
รูปที่ 1: ค่าผิดปกติรายปีของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) เฉลี่ยที่ผิวโลก ระหว่างปี ค.ศ.1850-2005 เมื่อสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1961-1990 จากฐานข้อมูลต่างๆ ซึ่งกราฟเส้นโค้งจะแสดงให้เห็นถึงความปรวนแปรในคาบศตวรรษ
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 1

[2] ดูอ้างอิง

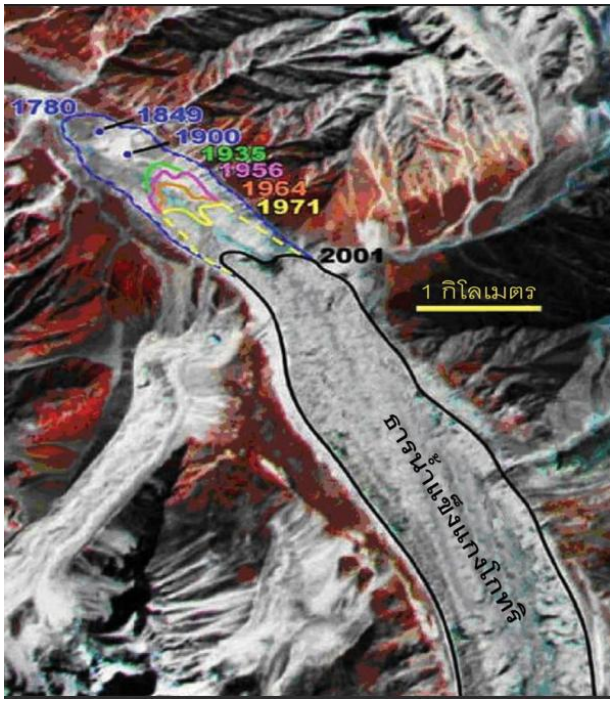
ประเด็นที่ 1: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและตามธรรมชาติ

ระบบกายภาพและตามธรรมชาติทั่วโลก กำลังได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินั้น ส่วนใหญ่มาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

หลักฐานที่เห็นชัด คือ การลดลงของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยหิมะ น้ำแข็งและความเย็น ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดทะเลสาบธารน้ำแข็งขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งพื้นดินเยือกแข็งคงตัวและพื้นที่ภูเขา จะมีความไม่เสถียรภาพเพิ่มขึ้น แม้ว่าการลดลงจำนวนมากของพื้นที่น้ำแข็งจะเกิดในขึ้นแถบอาร์กติก (รูปที่ 2) หากแต่ความเปลี่ยนแปลงบางประการที่เห็นได้ชัดเจนนั้น เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมของภูเขาในเขตร้อนชื้น ซึ่งรูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ของธารน้ำแข็งแกงโกทรีในเทือกเขาหิมาลัย ซึ่งเป็นต้นน้ำของแม่น้ำคงคา พื้นที่น้ำแข็งนี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ปี ค.ศ. 1780



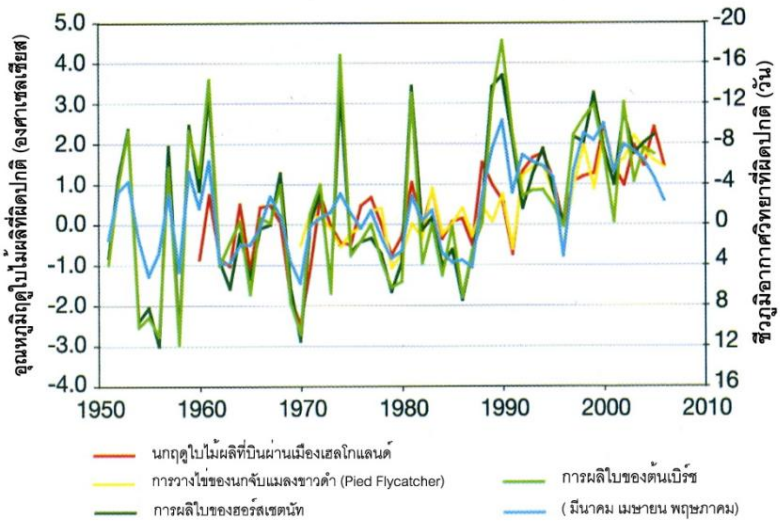
รูปที่ 2: ความอ่อนไหวของทวีปอาร์กติกต่อภาวะโลกร้อน – การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้ของสภาพภูมิอากาศในพื้นที่น้ำแข็ง ทะเลเฮมิสเฟียร์
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2



รูปที่ 3: การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธารน้ำแข็งแกงโกทริตั้งแต่ปี ค.ศ. 1780 ภาพโดย NASA EROS Data Center 9 กันยายน 2001
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

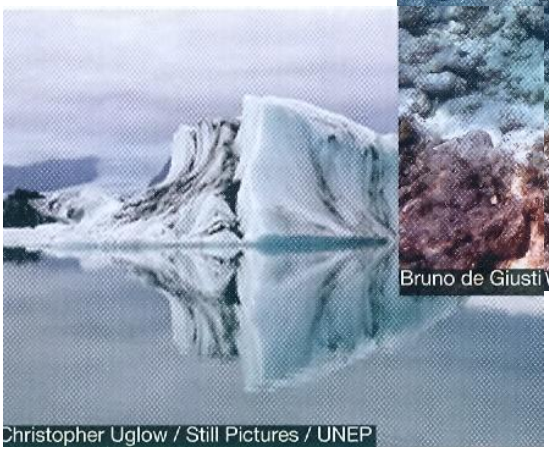
มีหลักฐานมากมายที่แสดงให้เห็นว่า ภาวะโลกร้อนในปัจจุบันนี้ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบนิเวศบนบก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ เช่น ช่วงเวลาของฤดูใบไม้ผลิมาถึงเร็วขึ้น (กล่าวคือ การผลิใบของใบไม้ การอพยพของนกและการวางไข่ - รูปที่ 4) รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของขอบเขตสายพันธุ์พืชและสัตว์ ส่วนในมหาสมุทรนั้น เราสามารถสังเกตเห็นได้ถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่และความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่าย แพลงตอนและปลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมหาสมุทรบริเวณเขตละติจูดเหนือและใต้

เป็นไปได้ว่า ผลกระทบที่สำคัญที่สุดของการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น อยู่ที่มหาสมุทร โดยน้ำทะเล มีความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งปัจจุบัน เราได้บันทึกค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลลดลง 0.1 ซึ่งสภาพความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อเปลือกและกระดองของสัตว์ทะเล ซึ่งการศึกษาวิจัยด้านนี้ยังอยู่ในระหว่างเริ่มต้น



รูปที่ 4: ความผิดปกติของเส้นทางการอพยพของนก การวางไข่และการผลิใบของใบไม้ในประเทศเยอรมัน T= ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอากาศในฤดูใบไม้ผลิ
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

ไม่ใช่เรื่องซับซ้อนเกินไปนักสำหรับการทำความเข้าใจถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันที่มีต่อสวัสดิภาพและกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพราะศักยภาพของเราในการปรับตัวและรับมือเข้าสู่ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนี้ เหตุการณ์ที่ทำให้เห็นภาพผลกระทบได้ชัดเจนสุด ได้แก่ ไฟป่าที่เพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ทางเหนือของเขตละติจูดเหนือ ช่วงเวลาการเพาะปลูกในฤดูใบไม้ผลิมาถึงเร็วขึ้นและอัตราผู้เสียชีวิตจากคลื่นความร้อนมีเพิ่มมากขึ้น มีการประเมินว่า คลื่นความร้อนในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2003 ในยุโรปตะวันตกนั้น ส่งผลให้ยอดผู้เสียชีวิตสูงถึง 35,000 คน ซึ่งเป็นฤดูร้อนที่ร้อนที่สุดเท่าที่มีการบันทึกมาและผลวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นด้วยว่า คลื่นความร้อนที่รุนแรงนี้จะมี



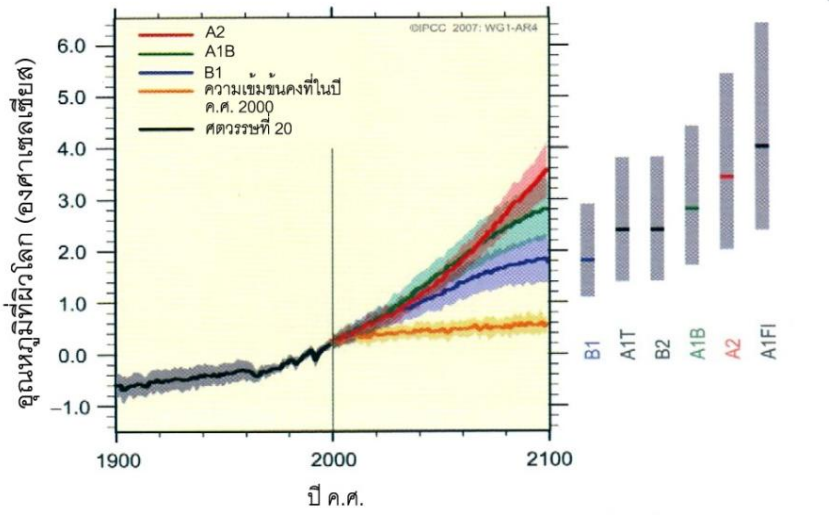
อนาคต

ประเด็นที่ 2: ปัจจุบัน สามารถคาดการณ์ถึงขนาดของผลกระทบจากช่วงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น

คณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2 ประมาณว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มสูงขึ้นในระหว่าง 1.8 และ 4 องศาเซลเซียส ในปี ค.ศ. 2090-2099 เมื่อเปรียบเทียบกับปี ค.ศ. 1980-1999 ซึ่งตัวเลขเหล่านี้ มาจากค่าประมาณที่ดีที่สุด โดยขึ้นอยู่กับว่าสังคมมนุษย์จะพัฒนาไปอย่างไรในช่วงเวลานั้น (รูปที่ 5) นอกจากนี้ รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC ยังสรุปให้เห็นถึงสถานการณ์ในช่วงศตวรรษที่ 21 ว่า

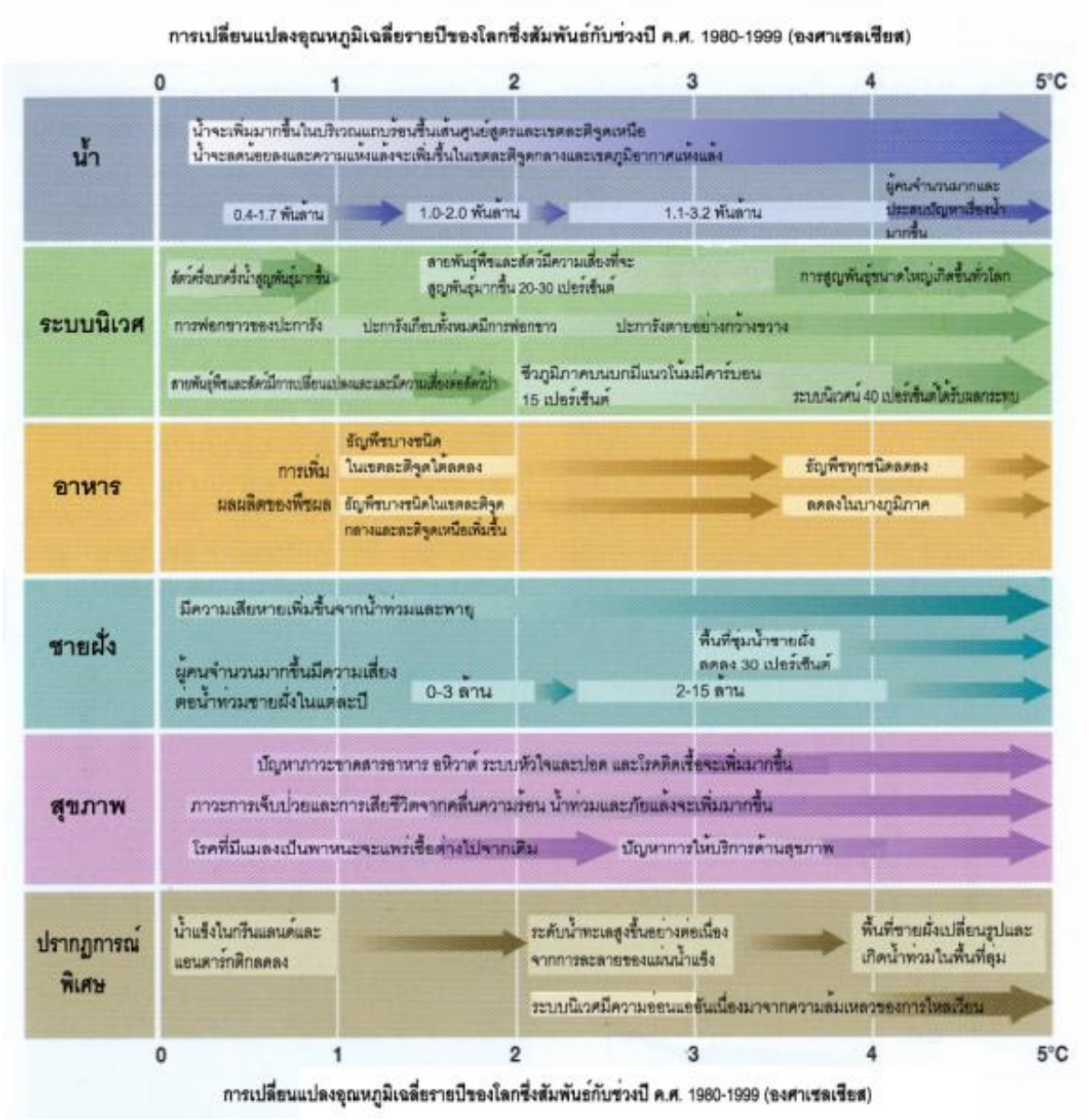
- พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยหิมะและน้ำแข็งจะลดลงอีก ผลการคาดการ์ด้วยแบบจำลองภูมิอากาศบางแบบจำลอง พบว่าน้ำแข็งในทะเลแถบอาร์กติกจะหายไปเกือบหมดในปลายฤดูร้อน
- จะเกิดคลื่นความร้อน รวมทั้งเหตุการฝนตกหนัก รุนแรงบ่อยครั้งมากขึ้น
- พายุในเขตร้อนทวีความรุนแรงมากขึ้น
- ปริมาณฝน หิมะและลูกเห็บจะเพิ่มมากขึ้นในเขตละติจูดเหนือและใต้ หากแต่จะลดลงในภูมิภาคใกล้เขตร้อน
- ระดับน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้นในช่วงระหว่าง 18-59 เซนติเมตร ภายในปี ค.ศ. 2100

ซึ่งรูปที่ 6 และ 7 จะแสดงถึงข้อสรุปของผลกระทบสำคัญที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในภาคส่วนและภูมิภาคต่างๆ



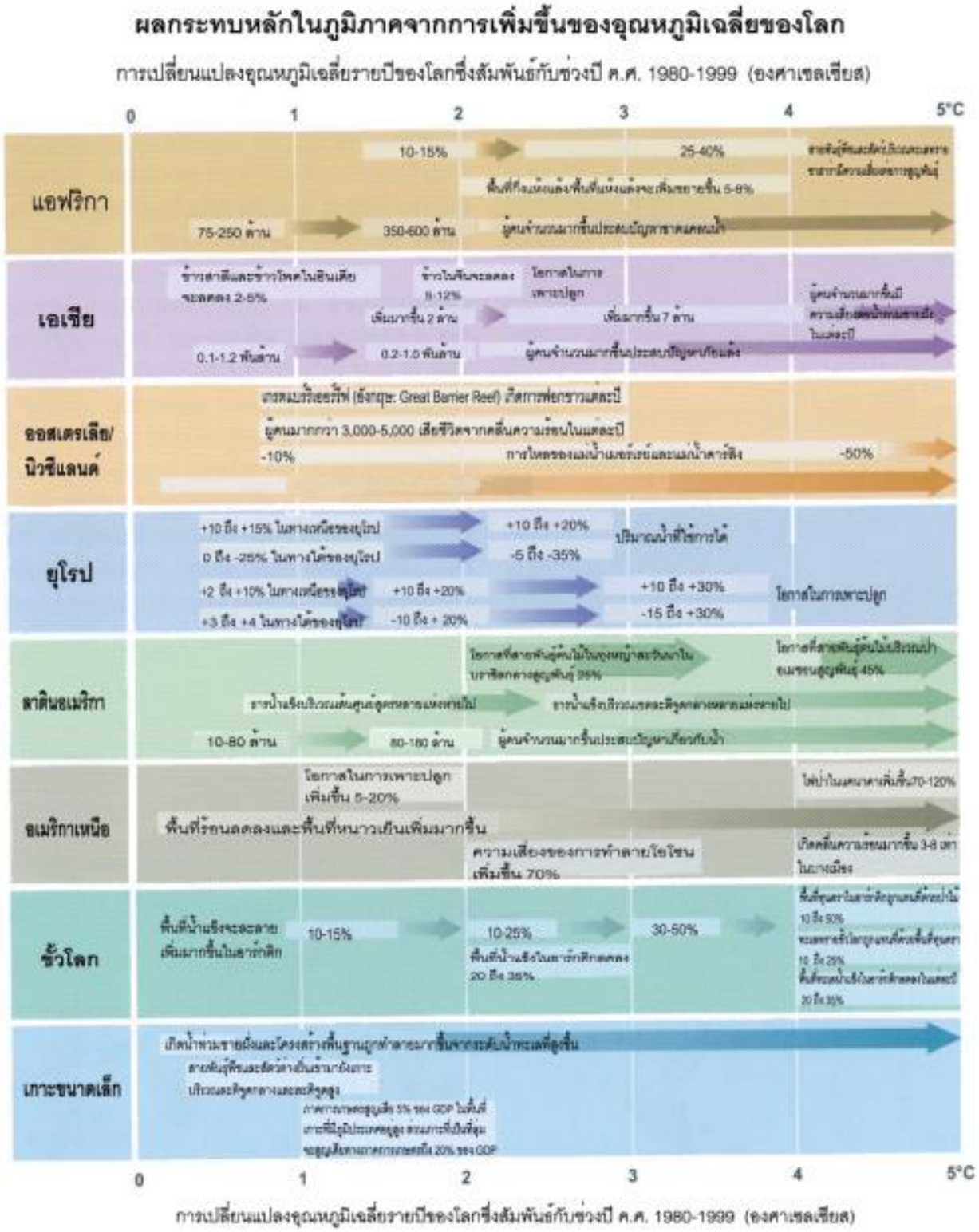
รูปที่ 5: ค่าคาดการณ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวโลก (สัมพันธ์กับปี ค.ศ. 1980-1999) สำหรับลักษณะการพัฒนาที่แตกต่าง 3 รูปแบบ เส้นสีส้ม คือ การทดลองที่ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกไม่เปลี่ยนแปลงเท่ากับค่าของปี ค.ศ. 2000 ส่วนแถบสีเทาด้านขวามือ แสดงถึงค่าประมาณที่ดีที่สุด (เส้นทึบภายในแถบแต่ละแถบ) และระดับอุณหภูมิในปี ค.ศ. 2100
ที่มา: บทสรุปสำหรับผู้จัดทำนโยบายของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 1

ผลกระทบระดับทั่วโลกที่สำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 6: ผลกระทบระดับโลกที่คาดการณ์ไว้จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (รวมทั้งระดับน้ำทะเลและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งเกี่ยวเนื่องกัน) ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่พื้นผิวโลกในระดับที่แตกต่างกันในศตวรรษที่ 21
ที่มา: บทสรุปวิชาการของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

ผลกระทบในภูมิภาคที่สำคัญซึ่งเป็นผลมาจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 7: ผลกระทบระดับภูมิภาคที่คาดการณ์ไว้จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (รวมทั้งระดับน้ำทะเลและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งเกี่ยวเนื่องกัน) ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่พื้นผิวโลกในระดับที่แตกต่างกันในศตวรรษที่ 21

ที่มา: บทสรุปวิชาการของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

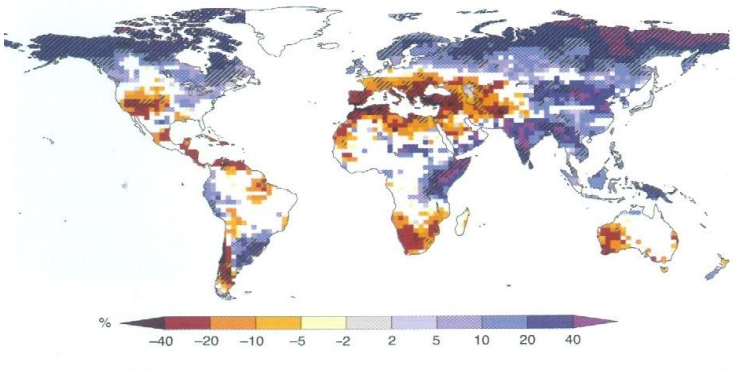
ประเด็นที่ 3: ระบบและภาคส่วนบางประเภทจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นพิเศษ

สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในภาวะเสื่อมโทรมและเครียด จะมีความอ่อนไหวและได้รับผลกระทบเป็นอย่างยิ่ง

- บนดิน: เขตทุนดรา ป่าสน ระบบนิเวศเขตเทือกเขาและระบบนิเวศแบบเมดิเตอร์เรเนียน
- บริเวณชายฝั่ง: ป่าชายเลนและป่าพรุน้ำเค็ม
- มหาสมุทร: ปะการังและชีวภาพในทะเลน้ำแข็ง

แหล่งน้ำในเขตละติจูดกลางและในเขตแห้งแล้งที่ละติจูดต่ำจะได้รับผลกระทบเป็นพิเศษ เนื่องจากการลดลงของปริมาณน้ำฝนและการคายระเหยของน้ำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งรูปที่ 8 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 2090-2099 ซึ่งมีความสัมพันธ์เมื่อเทียบกับช่วงปี ค.ศ. 1980-1999 โดยรูปนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่า ปริมาณน้ำในเขตทางเหนือและทางใต้ของแอฟริกาจะลดลง

การเกษตรในเขตละติจูดต่ำจะได้รับผลกระทบเป็นพิเศษ ผลผลิตทางการเกษตรจะลดลง แม้อุณหภูมิจะสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งรูปที่ 9 จะแสดงภาพจำลองของผลผลิตข้าวสาลี ส่วนในเขตละติจูดกลางและเขตละติจูดเหนือนั้น แม้ว่าจะไม่มีการปรับตัวและรับมือ แต่ผลกระทบจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อผลผลิตข้าวสาลี เนื่องจากอุณหภูมิในท้องถิ่นเพิ่มขึ้นถึง 1-3 องศาเซลเซียส

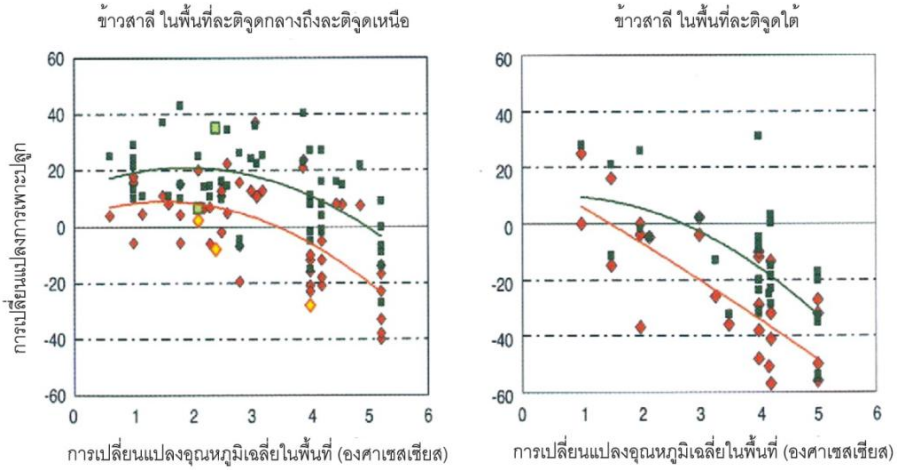


รูปที่ 8: การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในแต่ละปีที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2090-2099 ที่สัมพันธ์กับช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1980-1999 พื้นที่สีขาว เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่ที่แรเงา เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณมากกว่า 99 เปอร์เซ็นต์
ที่มา: รายงานการสังเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC

พื้นที่ราบต่ำใกล้ชายฝั่ง จะได้รับผลกระทบเป็นอย่างยิ่ง โดยถูกคุกคามจาก

- ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นจะนำไปสู่ความเสี่ยงสูงของภัยน้ำท่วมและน้ำใต้ดินเกิดความเค็ม
- พายุและคลื่นพายุถล่มชายฝั่งรุนแรงจะเกิดบ่อยครั้งขึ้น

สุดท้ายแล้ว จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ที่มีความสามารถในการปรับตัวและรับมือต่ำเป็นพิเศษ ตัวอย่างเช่น หากโรงพยาบาลมีทรัพยากรไม่เพียงพอ ก็จะประสบปัญหาการให้บริการแก่ผู้ป่วยที่ประสบปัญหาความเครียดหรือได้รับผลกระทบจากคลื่นความร้อนซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้น



รูปที่ 9: แบบจำลองผลผลิตข้าวสาลีซึ่งเป็นผลมาจากเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในท้องถิ่น โดยสร้างแบบจำลองแบบไม่มีมาตรการปรับตัวและรับมือ (จุดสีแดง) และมีมาตรการปรับตัวและรับมือ (จุดสีเขียวเข้ม)
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

ประเด็นที่ 4: พื้นที่บางแห่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นพิเศษ

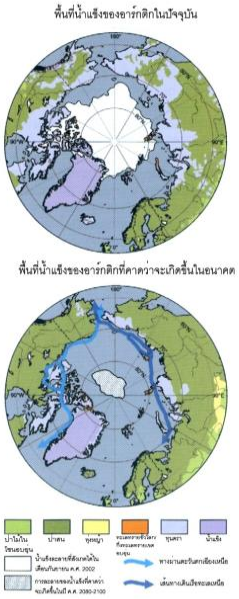
ภูมิภาค 4 ภูมิภาคที่ได้รับการระบุว่ามีความอ่อนไหวที่สุดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่

อาร์กติก

สาเหตุของความอ่อนไหวที่เพิ่มสูงขึ้นในแถบอาร์กติก มีความเกี่ยวข้องกับ

- อุณหภูมิของภูมิภาคที่สูงขึ้นและส่งผลต่อการละลายของน้ำแข็ง (ดูรูปที่ 10)
- ที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์สปีชีส์ต่างๆ เช่น ที่อยู่ของหมีโพล่าร์ที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่น้ำแข็งจะเปลี่ยนไปเมื่อน้ำแข็งละลาย ซึ่งพื้นที่น้ำแข็งลดลงตั้งแต่ปี ค.ศ. 1979 (ดูรูปที่ 2) โดยทวีปอาร์กติกสูญเสียน้ำแข็งฤดูร้อนประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ในทุกสิบปี และคาดว่าสถานการณ์นี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต (ดูรูปที่ 10)
- วิถีชีวิตของชนเผ่าพื้นเมืองจะได้รับผลกระทบ (เช่น วิถีชีวิตของชาวอินุตที่ดำรงชีพด้วยการล่าสัตว์)

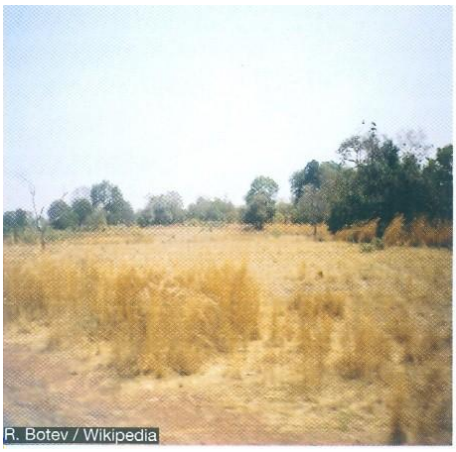
การละลายของน้ำแข็งซึ่งเกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อนจะนำไปสู่การปรับปรุงเส้นทางคมนาคมและโอกาสในการเปิดทวีปอาร์กติกสู่กิจกรรมทางการค้า โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุและน้ำมัน อย่างไรก็ตาม โอกาสดังกล่าวนี้ จะต้องประเมินถึงผลกระทบและภัยคุกคามต่อระบบนิเวศ การดำรงชีวิตของชาวพื้นเมืองและความเสี่ยงต่อการสูญเสียสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ต่างๆ



รูปที่ 10: พื้นที่น้ำแข็งในปัจจุบันและพื้นที่น้ำแข็งที่คาดการณ์ไว้ในอนาคต รวมทั้งพันธุ์พืชในแถบอาร์กติกและพื้นที่ใกล้เคียง
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

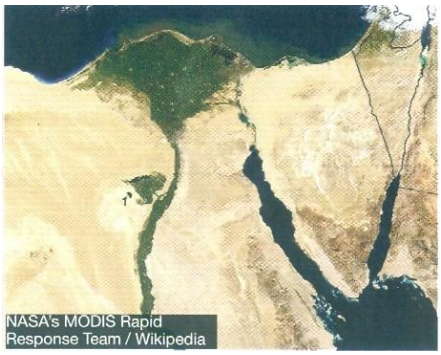
แอฟริกา

พื้นที่ส่วนใหญ่ของแอฟริกามีความอ่อนไหวต่อภัยแล้งอยู่แล้ว เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและความต้องการทรัพยากรธรรมชาติสูงจากประชากรซึ่งส่วนใหญ่ดำรงชีวิตด้วยการเกษตรเพียงอย่างเดียว ดังนั้น แอฟริกาจึงมีความอ่อนไหวต่อผลกระทบใดๆ ที่จะเกิดเพิ่มขึ้น และจะมีภัยแล้งต่อเนื่องรุนแรงที่เป็นผลมาจากภาวะโลกร้อน รายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC พิจารณาว่า พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งจะเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งความเสี่ยงเหล่านี้ประกอบไปด้วยปัญหาเชิงโครงสร้าง ได้แก่ คุณภาพของการบริหารปกครอง ระดับสุขภาพ **และการศึกษาของประชากรซึ่งจะจำกัด**ศักยภาพในการปรับตัวและรับมือสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



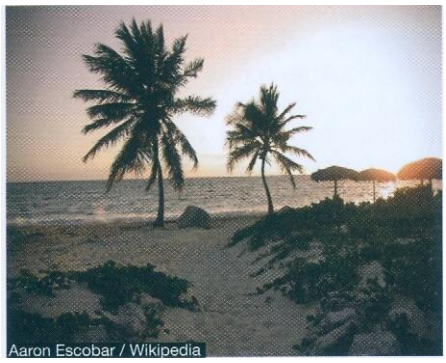
พื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำขนาดใหญ่ในเอเชียและแอฟริกา

พื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำขนาดใหญ่ในเอเชียและแอฟริกา (โดยเฉพาะพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำไนล์) เป็นบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นในพื้นที่ลุ่มซึ่งมีความเสี่ยงต่อภัยน้ำท่วม คลื่นพายุถล่มชายฝั่งและพายุในเขตร้อน อีกทั้งพื้นที่เหล่านี้ ยังมีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ซึ่งเกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระดับความรุนแรงของพายุในเขตร้อนและคลื่นพายุถล่มชายฝั่ง คาดว่า ภายในปี ค.ศ. 2100 ระดับน้ำทะเลจะเพิ่มสูงขึ้นถึงระหว่าง 18-59 เซนติเมตรและอาจจะสูงเพิ่มถึง 1 เมตร ภายในสองหรือสามร้อยปี ซึ่งรายงานการวิเคราะห์ครั้งที่ 4 พิจารณาว่าพายุเขตร้อนจะเกิดขึ้นรุนแรงมากขึ้นในอนาคต



เกาะขนาดเล็ก

เกาะขนาดเล็กมีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและความรุนแรงของพายุเช่นกัน ในอีกสิบปีข้างหน้า ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นอาจจะท่วมเกาะขนาดเล็กบางแห่งได้



ในหมู่เกาะคาริบเบียนและแปซิฟิกนั้น ประชากรมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์อาศัยอยู่ภายในระยะ 1.5 กิโลเมตรห่างจากชายฝั่ง แทบจะไม่มีข้อยกเว้นเลยว่า ท่าเรือและท่าอากาศยาน ถนนสายหลัก โครงสร้างพื้นฐานและสาธารณูปโภคหลักในเกาะขนาดเล็กในมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิกรวมทั้งคาริบเบียนจะจำกัดอยู่ที่พื้นที่ชายฝั่ง ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ปากแม่น้ำและพื้นที่ชายฝั่งอื่นๆ ทั้งนี้ เกาะขนาดเล็กไม่มีพื้นที่หรือบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินที่จะสามารถขยับย้ายเข้าไปกรณีที่เกิดการสูญเสียที่ดินชายฝั่ง

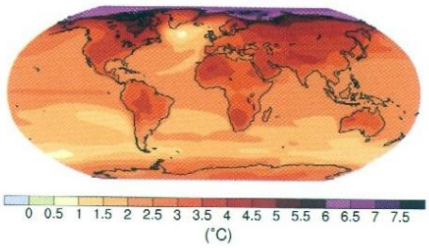
ในขณะที่ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่ใช่เพียงแค่มีน้ำไหลท่วมเกาะขนาดเล็กเท่านั้น หากยังเกิดการปนเปื้อนเกลือในน้ำจืดของแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งจะเป็นภัยคุกคามความต่อการดำรงชีวิต แม้ว่าการท่องเที่ยวจะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจของเกาะขนาดเล็ก แต่การกัดเซาะชายหาด การเกิดปะการังฟอกขาวและปะการังตายอย่างกว้างขวางจะยิ่งทำให้เกาะขนาดเล็กไม่ได้เป็นจุดหมายที่น่าสนใจของนักท่องเที่ยวอีกต่อไป

ประเด็นที่ 5: ในทุกๆ อาณาบริเวณ แม้แต่ในที่ที่มีรายได้สูง จะมีคนบางกลุ่มได้รับความเสี่ยงเป็นพิเศษ

กลุ่มคนเหล่านี้ ประกอบด้วยคนจน เด็กเล็ก คนชราและผู้ป่วย ในช่วงที่คลื่นความร้อนครอบคลุมยุโรปในปี ค.ศ. 2003 นั้น จากรายงาน พบว่า ในเขตปารีสซึ่งมีผู้เสียชีวิตเพิ่มสูงถึง 130 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่น่าสังเกตว่า ผู้ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ คนชราซึ่งมีโรคเรื้อรังและอาศัยอยู่ตามลำพังในอพาร์ตเม้นท์ อีกทั้งยังมีสภาพสังคมเศรษฐกิจต่ำ และในประเทศบังคลาเทศ พบว่า การเสียชีวิตส่วนใหญ่จากเหตุการณ์พายุเขตร้อนในปี ค.ศ. 1991 นั้นมาจากการจมน้ำ ซึ่งเด็กและคนชรามีอัตราการเสียชีวิตสูงมาก

ประเด็นที่ 6: ผลกระทบโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นผลกระทบด้านลบ

แม้อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ในบางพื้นที่ของเขตละติจูดต่ำจะได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก และเป็นไปได้ว่า ทุกพื้นที่จะได้รับผลกระทบทั้งด้วยสวัสดิภาพที่ลดลงและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นกว่า 2-3 องศาเซลเซียส

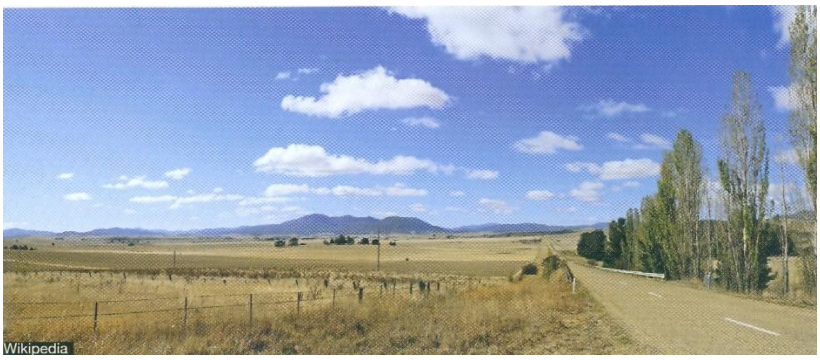


การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ผิวโลกในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2090-2099 ภายใต้กรณีตัวอย่าง SRES A2
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 1

ประเด็นที่ 7: คาด**ว่า ความถี่และความรุนแรงของการเกิดสภาวะความรุนแรงของลมฟ้าจะส่งผลกระทบร้ายแรง**

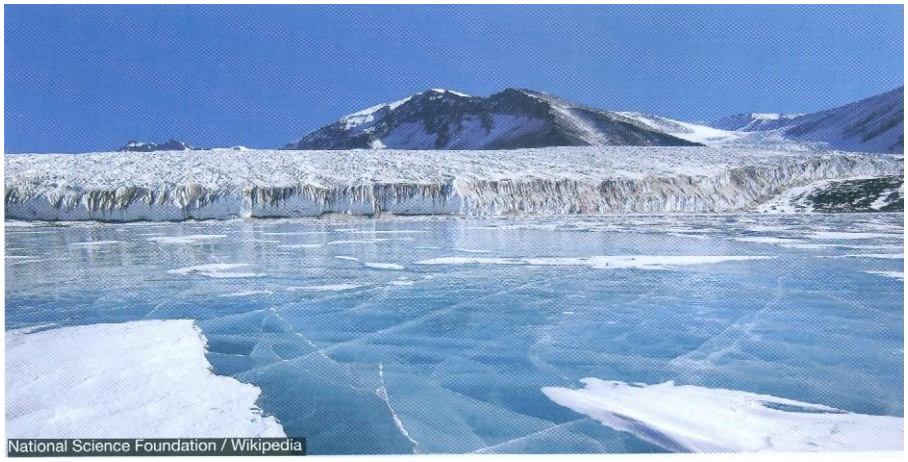
รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปซึ่งมีความเชื่อมั่นมากกว่ารายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 3 ว่า สภาพลมฟ้าอากาศบางประการ เช่น คลื่นความร้อน พายุและภัยแล้งซึ่งสามารถส่งผลกระทบในวงกว้างนั้น จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและขยายพื้นที่ออกไปในอนาคต และในบางกรณีจะมีความ

รุนแรงมากยิ่งขึ้น และผลกระทบที่เกี่ยวข้องจะส่งผลด้านลบ ทั้งการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและบาดเจ็บ พืชผลและโครงสร้างสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานเสียหาย ตัวอย่างเช่น รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 มีข้อสรุปว่า พายุในเขตร้อนจะทวีความรุนแรงขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 21 ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่จะเกิดพายุรุนแรงบ่อยครั้งขึ้นในอนาคต เช่นเดียวกับพายุเฮอร์ริเคนแคทรีนาที่พัดกระหน่ำเมืองนิวออร์ลีน ในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 2005 ซึ่งส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตประมาณ 4,000 คน



ประเด็นที่ 8: มีความเป็นไปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่บางประการจะส่งผลกระทบร้ายแรงในวงกว้าง โดยเฉพาะหลังศตวรรษที่ 21

รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC สรุปว่า เมื่อแผ่นน้ำแข็งที่กรีนแลนด์ละลายหมด จะส่งผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นถึง 7 เมตร และแบบจำลองยังแสดงด้วยว่า อุณหภูมิของโลกจะสูงกว่ายุคก่อนอุตสาหกรรม 1.9-4.6 องศาเซลเซียส (ขึ้นอยู่กับความไวของแบบจำลอง) และหากอุณหภูมิยังคงสูงขึ้นเช่นนี้ไปราวพันปี จะนำไปสู่การเคลื่อนย้ายแผ่นน้ำแข็งที่กรีนแลนด์ ส่วนแผ่นน้ำแข็งทางแถบตะวันตกของทวีปแอนตาร์กติกนั้น จะยังคงความเย็นและไม่ละลาย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่เหล่านี้ จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ภายในช่วงหนึ่งพันปี โดยน้ำแข็งจะยังไม่ได้ละลายจนหมดภายในศตวรรษนี้



การดำเนินการ

ประเด็นที่ 9: แม้ว่า จะมีการปรับตัวและรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต แต่การปรับตัวและรับมือดังกล่าวยังคงมีข้อจำกัด

ตลอดประวัติศาสตร์ที่ผ่านมา สังคมมนุษย์ได้มีการปรับตัวและรับมือต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (ดูในกรอบที่ 1) ตัวอย่างมาตรการปรับตัวและรับมือในปัจจุบันได้แก่ การจัดการน้ำในเมืองเพิร์ธ รัฐออสเตรเลียตะวันตก (กรอบที่ 2) มาตรการป้องกันการละลายไหลท่วมของทะเลสาบธารน้ำแข็งในประเทศเนปาล (กรอบที่ 3) และการพัฒนาระบบเตือนภัยสุขภาพจากคลื่นความร้อน ในเมืองหลักๆ ของทวีปยุโรปหลังจากเหตุการณ์คลื่นความร้อนในปี ค.ศ. 2003 ส่วนตัวอย่างการปรับตัวและรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตยังมีไม่มากนักและการปรับตัวและรับมือส่วนใหญ่มุ่งไปที่ (a) การแก้ปัญหาความเสี่ยงซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น (b) โครงการโครงสร้างพื้นฐานงบประมาณสูงซึ่งมีอายุการใช้งานยาวนาน ดังนั้น โครงสร้างพื้นฐานใหม่ๆ บริเวณชายฝั่งซึ่งมีอายุการใช้งานนับทศวรรษจะได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น ดูตัวอย่างได้ในกรอบที่ 4

กรอบที่ 1: มาตรการปรับตัวและรับมือของชุมชนยุคก่อนโคลัมบัสต่างๆ ในทวีปอเมริกาใต้

อารยธรรมของชนพื้นเมืองยุคก่อนโคลัมบัสในพื้นที่สูงของทวีปอเมริกา ยังคงเห็นได้จนถึงทุกวันนี้นั้น หนึ่งในข้อจำกัดรุนแรงที่สุดซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาคืออุปสรรคในการส่งน้ำ (และยังคงเกิดขึ้นในปัจจุบัน) ซึ่งในพื้นที่ขนาดใหญ่ กิจกรรมของมนุษย์ขึ้นอยู่กับฝนตามฤดูกาล และมีการพัฒนากิจกรรมต่างๆ เพื่อปรับตัวและรับมือเข้าสู่กับความต้องการปริมาณน้ำฝน

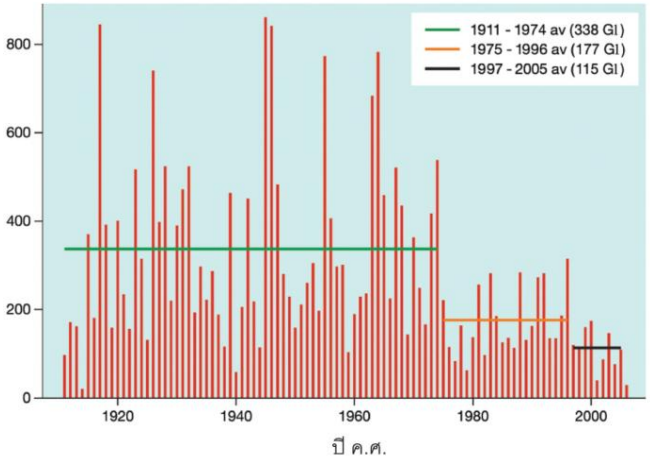
กิจกรรมทางวิศวกรรม ประกอบด้วย การเพาะปลูกตามสภาพน้ำฝน ตามที่แสดงในรูปที่ 11 การสูบน้ำและการกักเก็บน้ำซึ่งเป็นการก่อสร้างเส้นทางชลประทานที่พื้นผิวดินและใต้ดิน รวมทั้งมีเครื่องมือเพื่อวัดปริมาณน้ำที่เก็บไว้ การปรับปรุงเส้นทางแม่น้ำและสร้างสะพาน และมีการใช้น้ำเพื่อทำอิฐใช้ในการก่อสร้าง ในแถบอัลทิพลาโน ก้อนหินถูกตัดเป็นรูปทรงเรขาคณิตโดยการปล่อยน้ำสู่ช่องเล็กๆ อย่างชาญฉลาด และทำให้น้ำแข็งตัวในเวลากลางคืนซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์

ความพยายามเหล่านี้ทำให้ชุมชนดำรงชีพอยู่ได้ ซึ่งในช่วงจุดสูงสุดของอารยธรรมอินคานั้น มีผู้คนนับ 10 ล้านคน ปัจจุบันพื้นที่เหล่านี้อยู่ในประเทศเปรูและเอควาดอร์

รูปที่ 11: ระบบส่งน้ำนาสกา (ชายฝั่งตอนใต้ของประเทศเปรู) ซึ่งเป็นรางส่งน้ำใต้ดินและการส่งน้ำบนดินเพื่อการเพาะปลูก
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

กรอบที่ 2: กรณีศึกษาของการส่งน้ำ เมืองเพิร์ธ

รูปที่ 12 แสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาสู่ระบบการส่งจ่ายน้ำสำหรับเมืองเพิร์ธ ออสเตรเลียตะวันตก ซึ่งชัดเจนว่า ทรัพยากรน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลานี้ มีการสร้างเขื่อน 2 เขื่อน เพื่อรับมือกับปัญหาการขาดแคลนน้ำ นอกจากนี้ ยังได้มีการสกัดน้ำใต้ดินและการก่อสร้างโรงงานแยกเกลือออกจากน้ำซึ่งสามารถจ่ายน้ำได้ถึง 140,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และจะมีแผนการจะขยายกำลังการจ่ายน้ำให้ได้ 250,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน



รูปที่ 12: ปริมาตรน้ำรายปีในระบบสั่งจ่ายน้ำของเมืองเพิร์ธ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1911-2006
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

กรอบที่ 3: โครงการลดความเสี่ยง Tsho Rolpa ในประเทศเนปาล

Tsho Rolpa คือ ทะเลสาบธารน้ำแข็งที่ละติจูดประมาณ 4,580 เมตรในประเทศเนปาล การลดขนาดของธารน้ำแข็ง ได้เพิ่มพื้นที่ให้ทะเลสาบ Tsho Rolpa จากขนาด 0.23 ตารางกิโลเมตร ในปี ค.ศ.1957/58 เป็น 1.65 ตารางกิโลเมตรใน ปี ค.ศ. 1997 ปัจจุบัน ทะเลสาบมีปริมาตรน้ำ 90-100 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งประกอบด้วยกองตะกอนธารน้ำแข็งเท่านั้น ความอันตรายดังกล่าวนำไปสู่ปฏิบัติการด่วนเพื่อลดความเสี่ยงจากหายนะน้ำท่วมจากการพังทลายของทะเลสาบน้ำแข็ง

รัฐบาลแห่งประเทศเนปาล โดยการสนับสนุนจากผู้บริจาคนานาชาติ ได้ริเริ่มโครงการในปี ค.ศ. 1998 เพื่อลดระดับทะเลสาบลง 3 เมตร โดยการตัดช่องทางตะกอนธารน้ำแข็ง ขณะเดียวกัน แม้ว่าจะมีโครงการลดความเสี่ยงแล้วก็ตาม รัฐบาลได้มีการติดตั้งระบบเตือนภัยล่วงหน้าในชุมชน 19 แห่งที่ตั้งอยู่ใต้กระแสน้ำในกรณีเกิดน้ำท่วมจากการพังทลายของทะเลสาบน้ำแข็ง โดยโครงการก่อสร้างซึ่งใช้เวลา 4 ปี และใช้งบประมาณ 3.2 ดอลล่าร์สหรัฐดำเนินการเสร็จสิ้นใน ปี ค.ศ. 2002

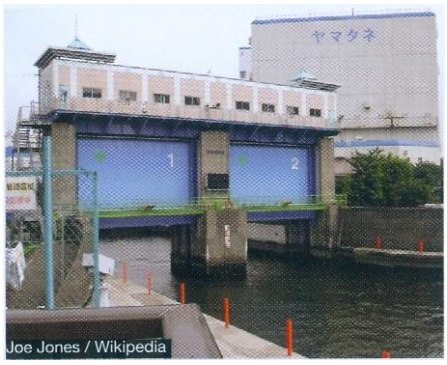
กรอบที่ 4: มาตรการรับมือเพื่อเพิ่มระดับน้ำทะเล: ตัวอย่างบางประการ

พนังกั้นคลื่นพายุหมุนยกซัดฝั่ง Maeslantkering ในประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นโครงสร้างที่เคลื่อนที่ได้ที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งพนังกั้นนี้ปกป้องเมืองรอตเตอร์ดัมและเมืองใกล้เคียง รวมทั้งพื้นที่การเกษตรจากการท่วมบ่าของน้ำทะเล พนังนี้ก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ใน ปี ค.ศ. 1997 โดยได้รับการออกแบบให้ปิดได้ถึง 3 เมตร กรณีมีพายุพัดถล่มชายฝั่งในรอตเตอร์ดัม ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ในช่วงสิบปีนี้ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น จึงคาดว่า ภายในเวลา 50 ปีนี้ อาจจะเกิดพายุพัดถล่มชายฝั่งมากขึ้น โดยเกิดขึ้นในทุกๆ 5 ปี

สะพาน Confederation Bridge ที่ยาวถึง 13 กิโลเมตร ซึ่งอยู่ในภาพด้านขวามือนี้ เชื่อมต่อรัฐปรินซ์เอ็ดเวิร์ดไอแลนด์ในภาคตะวันออกของประเทศแคนาดากับแผ่นดินใหญ่ สะพานนี้สร้างเสร็จสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 1997 โดยออกแบบให้สามารถต้านทานการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล 1 เมตรตลอดอายุการใช้งาน 100 ปี

ประเด็นที่ 10: การปรับตัวและรับมือมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อตอบสนองต่อผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน ซึ่งสืบเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอดีตที่ผ่านมา

อุณหภูมิที่สูงเพิ่มขึ้นในอนาคตบางส่วนนั้น เป็นผลมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC สรุปว่า หากว่าชั้นบรรยากาศในปัจจุบันยังคงมีก๊าซเรือนกระจกหนาแน่นคงที่ อุณหภูมิของโลกจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.6 องศาเซลเซียสในปี ค.ศ. 2100 เนื่องจากการหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรช้าลง



แน่นอนว่า ก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศไม่มีความคงที่ แม้แต่การศึกษาถึงการบรรเทาที่มองโลกในแง่ดี ยังคาดการณ์ว่า อุณหภูมิของโลกจะเพิ่มขึ้น 2.0-2.4 องศาเซลเซียสสูงกว่ายุคก่อนอุตสาหกรรม (สูงกว่าปัจจุบัน 1.4-1.8 องศาเซลเซียส)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเราจะประสบความสำเร็จในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ระดับการเพิ่มอุณหภูมิของโลกเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การบรรเทาโดยลำพังยังไม่เพียงพอ จะต้องมีการปรับตัวและรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นผลมาจากภาวะโลกร้อน

ประเด็นที่ 11: แม้จะมีทางเลือกสำหรับการปรับตัวและรับมือที่หลากหลาก แต่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการรับมือที่ครอบคลุมรอบด้าน

การเพิ่มมาตรการปรับตัวและรับมือต่างๆ ล้วนมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อที่จะลดความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งระดับการปรับตัวและรับมือที่ใช้ได้นั้น มีหลากหลากตั้งแต่การใช้เทคโนโลยีอย่างเดียว (เช่น การตรวจการณ์ทางทะเล) หรือการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (เช่น การเปลี่ยนแปลงอาหารหรือรูปแบบการพักผ่อน) ไปจนถึงการจัดการ (เช่น การดำเนินการด้านเกษตรกรรม) รวมทั้งระดับนโยบาย (เช่น การออกระเบียบข้อบังคับ) ทั้งนี้ การดำเนินการการปรับตัวและรับมือต่างมีปัจจัยขับเคลื่อนที่หลากหลาย เช่น การพัฒนาเศรษฐกิจและการบรรเทาความยากจนรวมทั้งการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะผนวกอยู่ในการโครงการริเริ่มพัฒนาและวางแผนต่างๆ ได้แก่ การวางแผนทรัพยากรน้ำ การเฝ้าระวังชายฝั่งและยุทธศาสตร์การลดความเสี่ยงภัยพิบัติ

ถึงอย่างนั้น ยังคงมีอุปสรรค ข้อจำกัดและต้นทุนสำหรับการปรับตัวและรับมือซึ่งไม่สามารถจะเข้าใจได้ทั้งหมด ดังนั้น เราจึงไม่สามารถทราบได้ว่ามาตรการใดที่ลดความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคณะทำงาน IPCC สรุปว่า ไม่สามารถคาดหวังได้ว่า สมรรถภาพของการปรับตัวและรับมือรูปแบบไหนที่สามารถครอบคลุมความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในระยะยาวซึ่งผลกระทบได้เพิ่มเป็นวงกว้าง จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่จะต้องมีการผสมผสานมาตรการบรรเทาและมาตรการป้องกันเข้าด้วยกันเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ทางเลือกในปรับตัวและรับมือบางประการ:

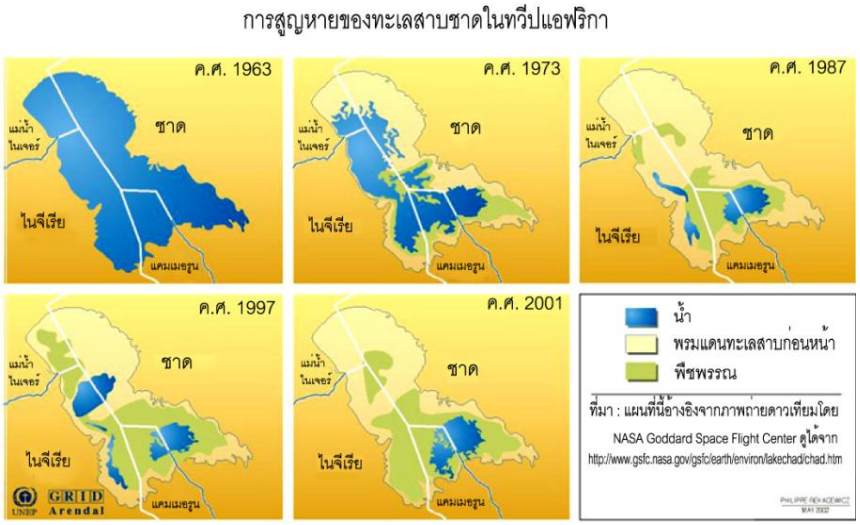
	การเพาะปลูก	ทรัพยากรน้ำ	สุขภาพของมนุษย์	อุตสาหกรรมและการตั้งถิ่นฐาน
ฝนแล้ง/ภัยแล้ง	มีมาตรการต้านภัยแล้งหลากหลาย การปลูกพืชร่วม การจัดการผลพลอยได้ทางการเกษตร;การจัดการวัชพืชและการชลประทาน	ต้องการการจัดการมากขึ้น การอนุรักษ์แหล่งน้ำใต้ดิน	การเก็บรักษาผลผลิต สถานีอาหารฉุกเฉิน น้ำดื่มและสุขอนามัยที่ปลอดภัย	ปรับปรุงระบบการจัดส่งน้ำ
การเพิ่มปริมาณน้ำฝน/น้ำท่วม	ปรับปรุงการระบายน้ำ ส่งเสริมการปลูกพืชทางเลือก	การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม	ระบบเตือนภัยล่วงหน้า การวางแผนเตรียมความพร้อมภัยพิบัติ การให้ความช่วยเหลือฉุกเฉิน	ปรับปรุงการป้องกันน้ำท่วม จัดแผนที่อันตรายจากน้ำท่วม ระบบเตือนภัยน้ำท่วม
ความร้อน/คลื่นความร้อน	มีมาตรการต้านความร้อนใหม่ๆ ที่หลากหลาย เปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกิจกรรมเพาะปลูก การควบคุมสัตว์และแมลงรบกวนต่างๆ	ต้องการการจัดการมากขึ้น การศึกษาเพื่อการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน	ระบบการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาสถาบันสาธารณะและสาธารณสุขมีความเข้มแข็งขึ้น	แผนงานช่วยเหลือโดยเฉพาะผู้ด้อยโอกาส การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี
ความเร็วลม/พายุ	ปลูกพืชที่ต้านกระแสลม เช่น วานิลลา	การเฝ้าระวังชายฝั่งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนต่างๆ	ระบบเตือนภัยล่วงหน้า การวางแผนเตรียมความพร้อมภัยพิบัติ การให้ความช่วยเหลือฉุกเฉิน	ระบบเตือนภัยล่วงหน้า การประกันโครงสร้างพื้นฐานที่มีการรับมือมากขึ้น

ประเด็นที่ 12: ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะยิ่งเพิ่มขึ้นและส่งผลมากขึ้นด้วยปัจจัยแรงกดดันต่างๆ

แรงกดดันที่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศสามารถเพิ่มความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยปัจจัยเหล่านั้น จะลดศักยภาพในการรับมือหรือความสามารถในการปรับตัวและรับมือ เนื่องจากมีการพัฒนาทรัพยากรขึ้นมาใหม่ต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น

ตัวอย่างที่ 1: ปะการังกำลังฟอกขาวและจะตายลงในที่สุดด้วยปัจจัยหลายประการ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ การเพิ่มอุณหภูมิของระดับน้ำทะเล ซึ่งทำให้เกิดปะการังฟอกขาวและน้ำทะเลเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการเกิดปะการัง ส่วนปัจจัยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ มลพิษทางทะเล ตะกอนที่มาจากการกัดเซาะของลุ่มแม่น้ำรวมทั้งสารเคมีที่ไหลจากการเกษตร

ตัวอย่างที่ 2: ปริมาณน้ำฝนที่ต่ำกว่าปกติแถบทะเลทรายซาฮาร่า ส่งผลให้พื้นที่ของทะเลสาบชาดลงน้อยลงในช่วง 30 ปีที่ผ่านมานี้ (ดูรูป 13) อย่างไรก็ตาม การกักน้ำจากแม่น้ำและลำธารซึ่งหล่อเลี้ยงทะเลสาบไปให้กับโครงการชลประทานขนาดใหญ่ก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน ซึ่งจะเห็นว่า ความแห้งแล้งนี้ มาจากการผสมผสานระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการดำเนินการต่างๆ ซึ่งส่งผลให้ทะเลสาบลดขนาดลง

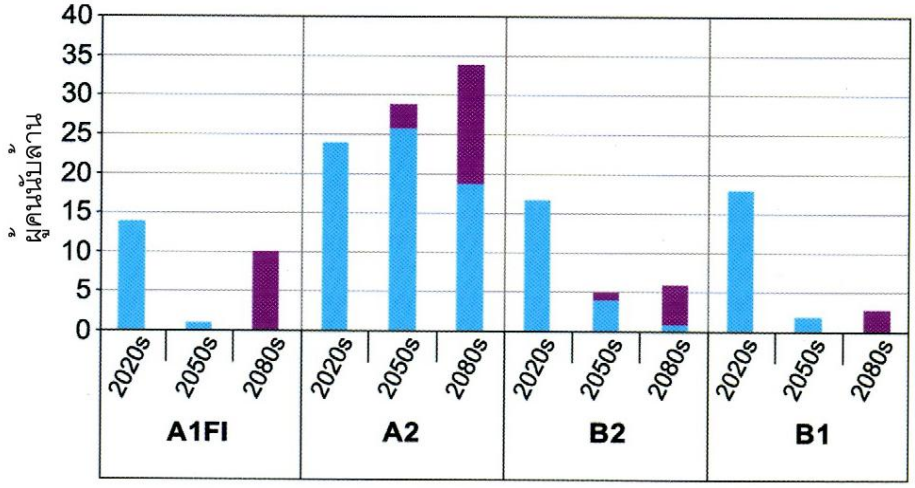


รูปที่ 13: การสูญหายของทะเลสาบชาดในทวีปแอฟริกา
ที่มา: UNEP ดูได้จาก http://www.grida.no/climate/vitalafrica/.

ประเด็นที่ 13: ความอ่อนไหวในอนาคตไม่ได้ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับแนวทางการพัฒนาอีกด้วย

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นนั้น มีความหลากหลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตที่เลือกไว้ เพื่อให้เข้าใจภาพชัดขึ้น รูปที่ 14 แสดงให้เห็นถึงตัวเลขโดยประมาณของประชากรที่มีความเสี่ยงจากน้ำท่วมภายใต้สมมุติฐานการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมที่แตกต่างกัน ซึ่งในรูปนี้แถบสีฟ้าแสดงถึงตัวเลขของความเสี่ยงโดยไม่ได้พิจารณาถึงการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ส่วนแถบสีม่วง คือ ตัวเลขของความเสี่ยงที่เพิ่มเข้ามาหากพิจารณาถึงระดับน้ำทะเลประกอบ ซึ่งความแตกต่างระหว่างผลกระทบของสภาพการณ์ในอนาคตเหล่านี้ สามารถอธิบายได้เป็นอย่างดีว่า ไม่ได้เป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความอ่อนไหวต่างๆ อันเนื่องมาจากความมั่งคั่ง เทคโนโลยีและจำนวนประชากร ซึ่งมีความสำคัญมาก เพราะสิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่ทางเลือกในแนวทางพัฒนาที่

เป็นกุญแจสำคัญในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ที่ไม่ใช่เป็นเพียงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงการการเพิ่มมาตรการปรับตัวและรับมือและการลดความเสี่ยง



รูปที่ 14: ประเมินว่า ในแต่ละปีนั้น ผู้คนนับล้านทั่วโลกมีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมตามชายฝั่งทะเล แถบสีฟ้า: ตัวเลขของความเสี่ยงโดยไม่ได้พิจารณาถึงการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล แถบสีม่วง: ตัวเลขของความเสี่ยงที่เพิ่มเข้ามาหากพิจารณาถึงระดับน้ำทะเล
ที่มา: รายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC กลุ่มที่ 2

ประเด็นที่ 14: การพัฒนาที่ยั่งยืนสามารถลดความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจทำลายศักยภาพของประเทศในการบรรลุผลต่อแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน

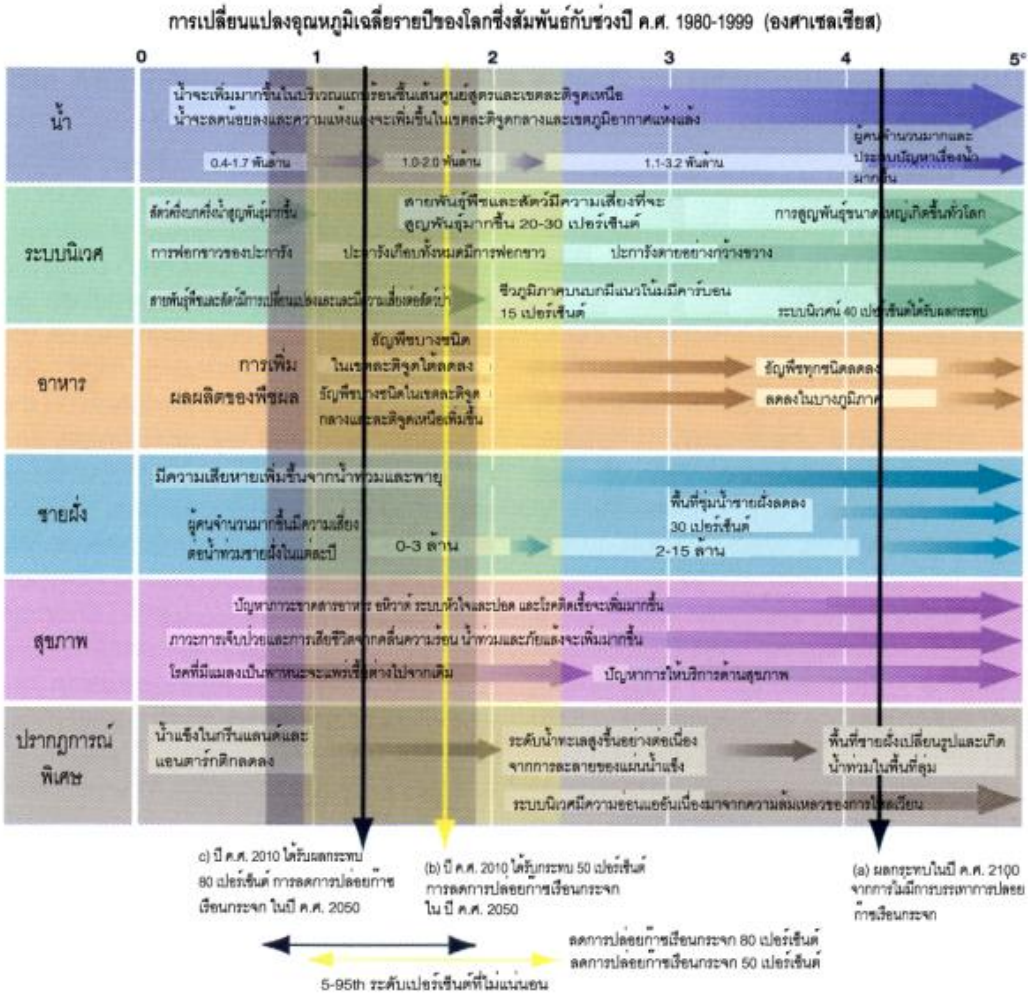
การพัฒนาที่ยั่งยืน สามารถลดความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการยกระดับความสามารถในการปรับตัวและรับมือและเพิ่มการฟื้นตัว อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนี้ มีแผนพัฒนาที่ส่งเสริมความยั่งยืนเพียงไม่กี่แผนที่ผนวกการปรับตัวและรับมือเข้าสู่ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือส่งเสริมศักยภาพในการปรับตัวและรับมือ ในทางกลับกัน ดูเหมือนว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ จะยิ่งทำให้ความก้าวหน้าของการพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นไปอย่างเชื่องช้า ไม่ว่าจะเป็นทางตรงคือ เกิดผลกระทบในด้านลบหรือผลทางอ้อม นั่นคือ การทำลายศักยภาพในการปรับตัวและรับมือ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะยิ่งทำให้การบรรลุผลเป้าหมายการพัฒนาแห่งศตวรรษเป็นไปยากขึ้น เช่น เป้าหมายในการสร้างความยั่งยืนทางสภาพแวดล้อมและการขจัดความยากจนที่สุด

ประเด็นที่ 15: สามารถหลีกเลี่ยง ลดและชะลอการเกิดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้โดยการบรรเทาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การนำบทสรุปของคณะทำงานกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3[3] มาผนวกรวมกัน จะทำให้เราเข้าใจได้อย่างชัดเจนว่าผลกระทบด้านไหนที่สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

[3] ดูอ้างอิง

รูปที่ 15 แสดงถึงปริมาณผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่คาดว่าจะส่งผลต่อภาคส่วนต่างๆ โดยการสร้างแผนผังอุณหภูมิที่ไม่ได้ลดน้อยลงในปี ค.ศ. 2100 (เส้น a) ในแผนภาพนี้ ซึ่งเราจะเห็นผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หากไม่มีการดำเนินการความพยายามใดๆ ที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เส้น b แสดงถึงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงใน ปี ค.ศ. 2100 หากมีการใช้มาตรการบรรเทา โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 50 เปอร์เซ็นต์ในปี ค.ศ. 2050 (ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์คงที่ระดับปานกลาง 450-550 พีพีเอ็ม) ซึ่งมาตรการเหล่านี้ จะทำให้สามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบขนาดใหญ่ได้ เช่น มีความเป็นไปได้ว่า ภายในปี ค.ศ. 2100 ผู้คนประมาณ 2 พันล้านคนจะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ การจำกัดผลกระทบในระดับที่สามารถรับได้ในช่วงปลายศตวรรษนี้หมายถึงว่า จะต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถึง 80 เปอร์เซ็นต์ในปี ค.ศ. 2050 (ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์คงที่ระดับปานกลาง 400-470 ppm) หากเปรียบเทียบกับเป้าหมาย 50 เปอร์เซ็นต์ เป้าหมายที่ 80 เปอร์เซ็นต์จะเป็นการลดอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ยั่งยืน นั่นคือ จะช่วยให้ประชากรกว่าครึ่งหนึ่งลดความเสี่ยงต่อภาวะขาดแคลนน้ำหรือน้ำท่วม



รูปที่ 15: ผลกระทบของภาวะโลกร้อนที่เกี่ยวเนื่องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกวิธีการต่างๆ เส้นดิ่งหมายถึงผลกระทบของความร้อนระดับปานกลางซึ่งระบุถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (เปอร์เซ็นต์จากระดับปี ค.ศ. 1990)
ที่มา: Parry et al., 2008[4]

[4] ดูอ้างอิง

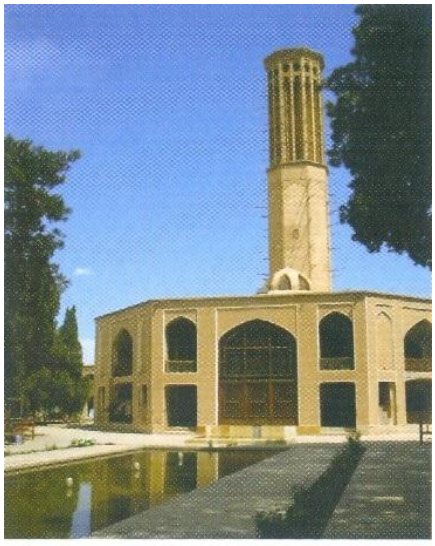
บทสรุป

ประเด็นที่ 16: เราต้องการมาตรการปรับตัวและรับมือและมาตรการบรรเทาเชิงบูรณาการ เพื่อรับมือกับความท้าทายของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการผสานมาตรการไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากการขาดข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์จากมาตรการปรับตัวและรับมือ

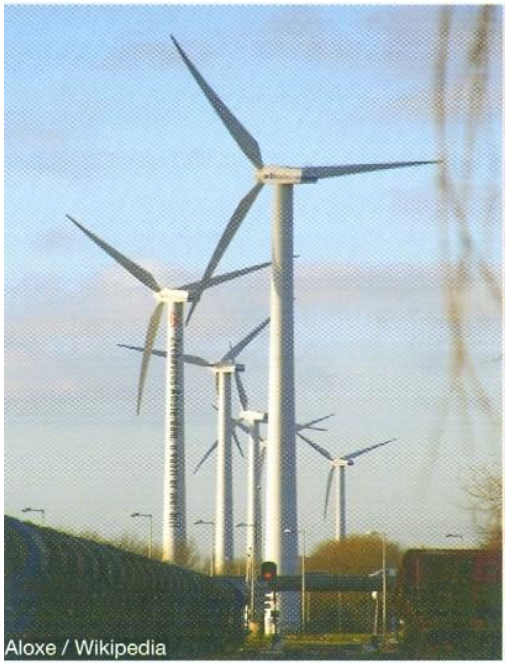
ถึงแม้ว่ามาตรการบรรเทาที่เข้มงวด จะไม่สามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบบางประการจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นภายในไม่กี่สิบปีนับจากนี้ แต่ในความเป็นจริง เรากำลังเริ่มต้นมองเห็นผลกระทบเหล่านี้ในปัจจุบัน ซึ่งทำให้มาตรการต่างๆ มีความจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการแก้ปัญหาผลกระทบในอนาคตอันใกล้นี้ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นอยู่นั้น ในระยะยาว จะเกินกว่าศักยภาพของเราในการปรับตัวและรับมือได้

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะพัฒนายุทธศาสตร์ต่างๆ ผสมผสานกันทั้งมาตรการบรรเทา การปรับตัวและรับมือ การพัฒนาเทคโนโลยี (เพื่อยกระดับทั้งมาตรการปรับตัวและรับมือและการบรรเทา) รวมทั้งงานวิจัย (ด้านวิทยาศาสตร์สภาพภูมิอากาศ ผลกระทบ การปรับตัวและรับมือและการบรรเทา)

การวิเคราะห์คุณประโยชน์ของการผสมผสานยุทธศาสตร์ต่างๆ ยังมีข้อจำกัดรุนแรง เนื่องจากขาดข้อมูลด้านต้นทุนของผลกระทบและต้นทุนของมาตรการปรับตัวและรับมือและมาตรการบรรเทา ขาดข้อมูลเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงความเสียหายจากมาตรการปรับตัวและรับมือ อีกทั้ง ยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างของผลกระทบเหล่านี้ภายใต้แนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมที่แตกต่างกัน พวกเราจะต้องทำการศึกษาและสังเกตมากกว่านี้เพื่อสนับสนุนการค้นคว้าถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งถือได้ว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเติมเต็มช่องว่างเหล่านี้ในองค์ความรู้ของพวกเราอย่างรอบด้านและทันท่วงที



Windcatcher, Yazd, Image courtesy of Fabien Dany - www.fabiendany.com



Aloxe / Wikipedia

ภาคผนวก 1: ภาพจำลองปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโลกในอนาคต

ในการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตนั้น เราจะต้องพิจารณาถึงการพัฒนาสังคมมนุษย์ในอนาคต เนื่องจากจะได้รับกระทบในวงกว้างจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร และอื่นๆ ซึ่งรายงานการวิเคราะห์ฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน IPCC ตั้งอยู่บนพื้นฐานแผนการสภาพภูมิอากาศในอนาคตซึ่งเกี่ยวข้องกับภาพจำลอง 4 ประการ ที่อธิบายถึงประชากรและการเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยี: ภาพจำลอง SRES[5] A1, A2, B1 และ B2

- *ภาพจำลอง A1:* การเติบโตทางเศรษฐกิจที่รวดเร็วพร้อมด้วยการเพิ่มขึ้นของโลกาภิวัตน์ การเพิ่มขึ้นของทรัพย์สินและการลดความแตกต่างรายได้เฉลี่ยส่วนบุคคลในภูภาค การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่รวดเร็ว การเติบโตของประชากรช้าลง ซึ่งทั้งสามส่วนนี้จะสร้างสมมุติฐานที่แตกต่างกันเกี่ยวกับแหล่งพลังงาน ใช้พลังงานฟอสซิลมาก (A1F) ไม่ใช้พลังงานฟอสซิล (A1T) หรือผสมผสานกันอย่างสมดุลทุกแหล่งพลังงาน (A1B)
- *ภาพจำลอง A2:* ความหลากหลายในภูมิภาค โลกที่มีการตลาดนำ การเติบโตของประชากรไม่เร็วนัก และเศรษฐกิจเติบโตกว่า A1 การเติบโตของประชากรสูงมาก
- *ภาพจำลอง B1:* การเติบโตของประชากรช้าเท่ากับ A1 แต่มีแนวทางพัฒนาสภาพแวดล้อมที่ยั่งยืนมากกว่า มีความร่วมมือและมาตรการข้อบังคับระดับโลก มีการใช้เทคโนโลยีสะอาดและประหยัดพลังงาน
- *ภาพจำลอง B2:* ประชากรเพิ่มขึ้นแต่ต่ำกว่า A2 การพัฒนาดำเนินการแนวทางความยั่งยืนของสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมรวมทั้งชุมชน

ซึ่งภาพจำลองแต่ละภาพเหล่านี้เกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันมาจากกิจกรรมของมนุษย์ในอนาคต

[5] ดูอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

[1]IPCC, 2007a: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[2]IPCC, 2007b: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. S. Solomon, S. Qin, M. Manning, Z. Chen, M, Marquis, K.B. Averyt , M. Tignor and H.L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

[3]IPCC, 2007c: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave and L.A. Meyer, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

[4]Parry. M.,J. Palutikof, C. Hanson and J. Lowe, 2008: Squaring up to reality. Nature Reports Climate Changes, doi:10.1038/climate.2008.50. Published online http://www.nature.com/reports/climate.

[5]IPCC, 2001: Special Report on Emission Scenarios (SRES), N. Nakicenovic and R. Swart, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.