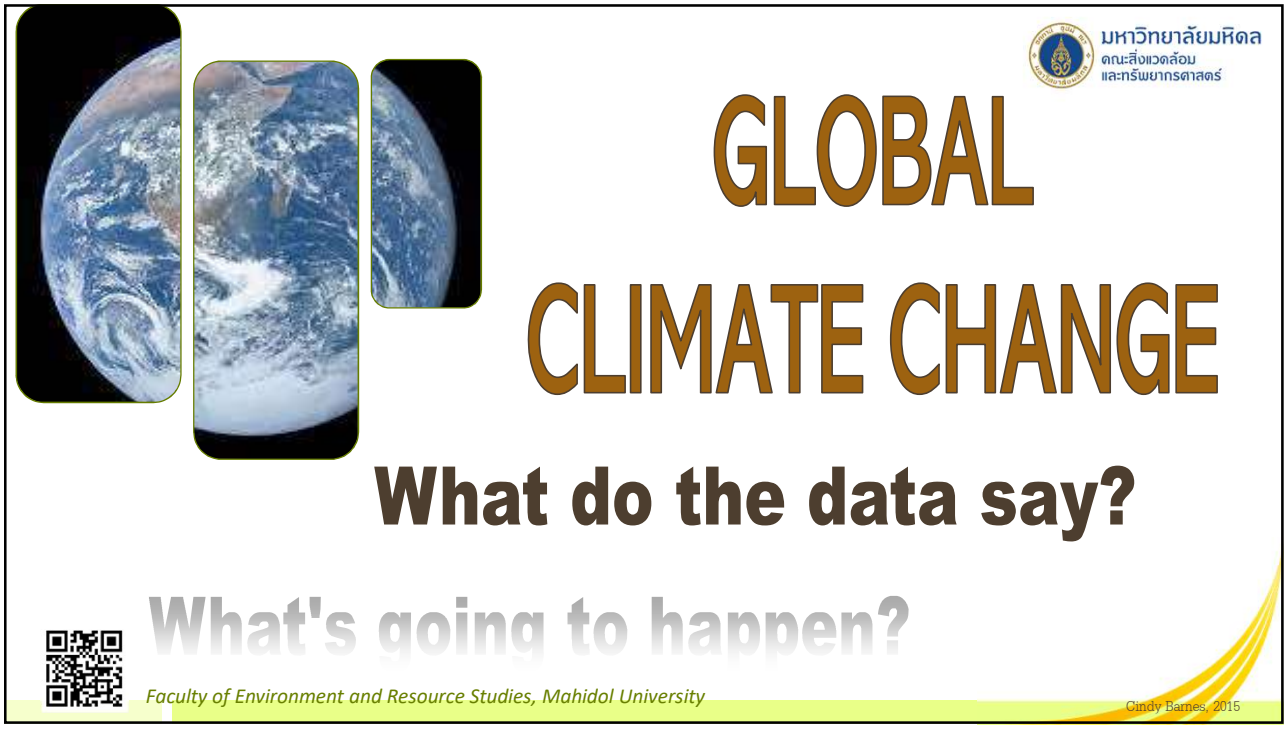
13 CLIMATE ACTION
TARGET 13·1
STRENGTHEN RESILIENCE AND ADAPTIVE CAPACITY TO CLIMATE RELATED DISASTERS
TARGET 13·2
INTEGRATE CLIMATE CHANGE MEASURES INTO POLICIES AND PLANNING
TARGET 13·3
BUILD KNOWLEDGE AND CAPACITY TO MEET CLIMATE CHANGE
มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์
การประเมินความเสี่ยงและความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
กาญจนา นาคะภากร
Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

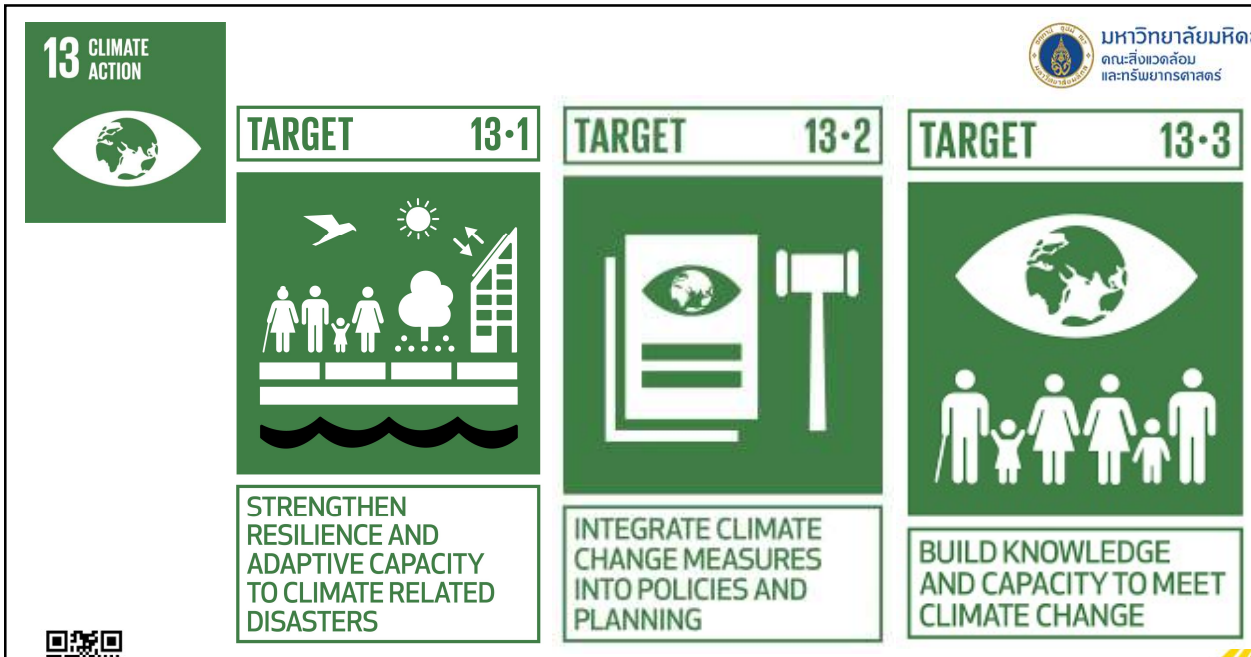

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์
GLOBAL
CLIMATE CHANGE
What do the data say?
What's going to happen?
Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University
Cindy Barnes, 2015

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

3 11/7/2023 Add a footer

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์



Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

4 11/7/2023 Add a footer

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

TARGET 13·1

STRENGTHEN RESILIENCE AND ADAPTIVE CAPACITY TO CLIMATE RELATED DISASTERS

TARGET 13·2

INTEGRATE CLIMATE CHANGE MEASURES INTO POLICIES AND PLANNING

- เป้าหมายย่อย 13.1

เสริมภูมิต้านทานและขีดความสามารถในการปรับตัวต่ออันตรายและภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศในทุกประเทศ

- เป้าหมายย่อย 13.2

บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบาย ยุทธศาสตร์ และการวางแผนระดับชาติ

- เป้าหมายย่อย 13.3

พัฒนาการศึกษา การสร้างความตระหนักรู้ และขีดความสามารถของมนุษย์และของสถาบันในเรื่องการลดผลกระทบและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเตือนภัยล่วงหน้า

TARGET 13·3

BUILD KNOWLEDGE AND CAPACITY TO MEET CLIMATE CHANGE

- *เป้าหมายย่อย 13.A*

ดำเนินการให้เกิดผลตามพันธกรณีที่ผูกพันต่อประเทศพัฒนาแล้วซึ่งเป็นภาคีของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีเป้าหมายร่วมกันระดมทุนจากทุกแหล่งให้ได้จำนวน 1 แสนล้านเหรียญสหรัฐต่อปี ภายในปี พ.ศ. 2563 เพื่อสนองความต้องการของประเทศกำลังพัฒนา ภายใต้บริบทของการดำเนินมาตรการลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความโปร่งใสในการดำเนินงาน ตลอดจนจัดหาเงินทุนเพื่อให้กองทุน Green Climate Fund ดำเนินการได้เต็มที่โดยเร็ว

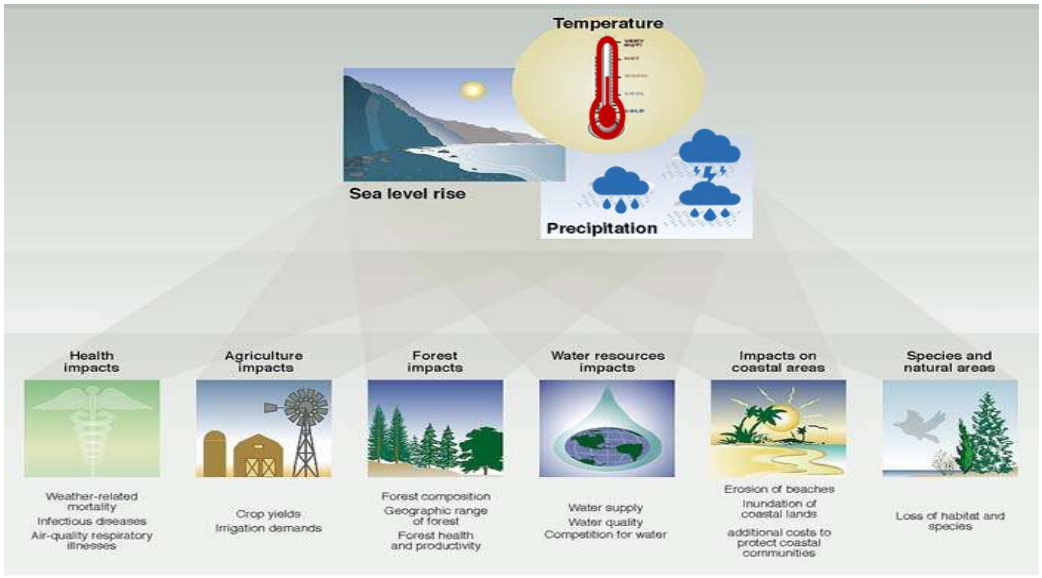
- *เป้าหมายย่อย 13.B*

ส่งเสริมกลไกที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการวางแผนและการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิผลในประเทศพัฒนาน้อยที่สุด และรัฐกำลังพัฒนาที่เป็นเกาะขนาดเล็ก โดยให้ความสำคัญต่อผู้หญิง เยาวชน ชุมชนท้องถิ่นและชุมชนชายขอบ

https://sdgs.nesdc.go.th

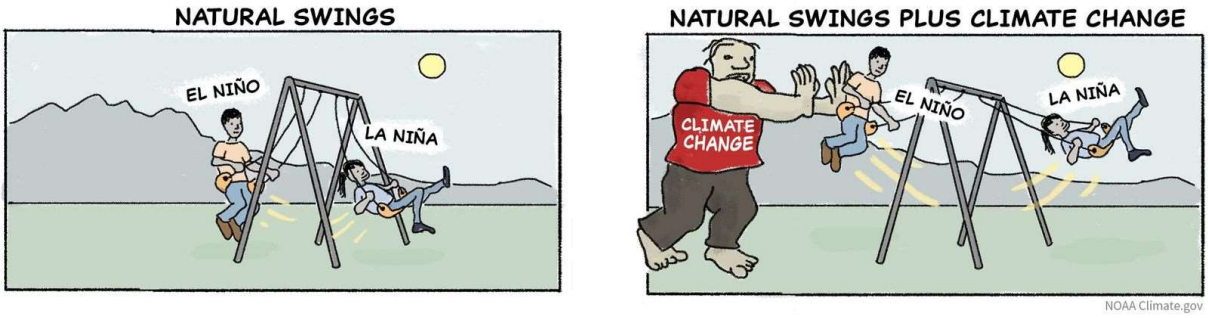
Climate Change a will affect all sectors and countries

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์



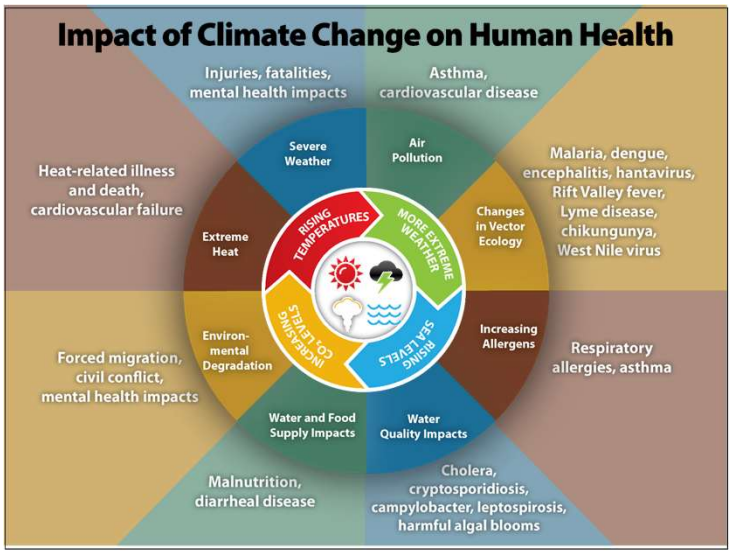
David A Warrilow, 2006

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์



Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

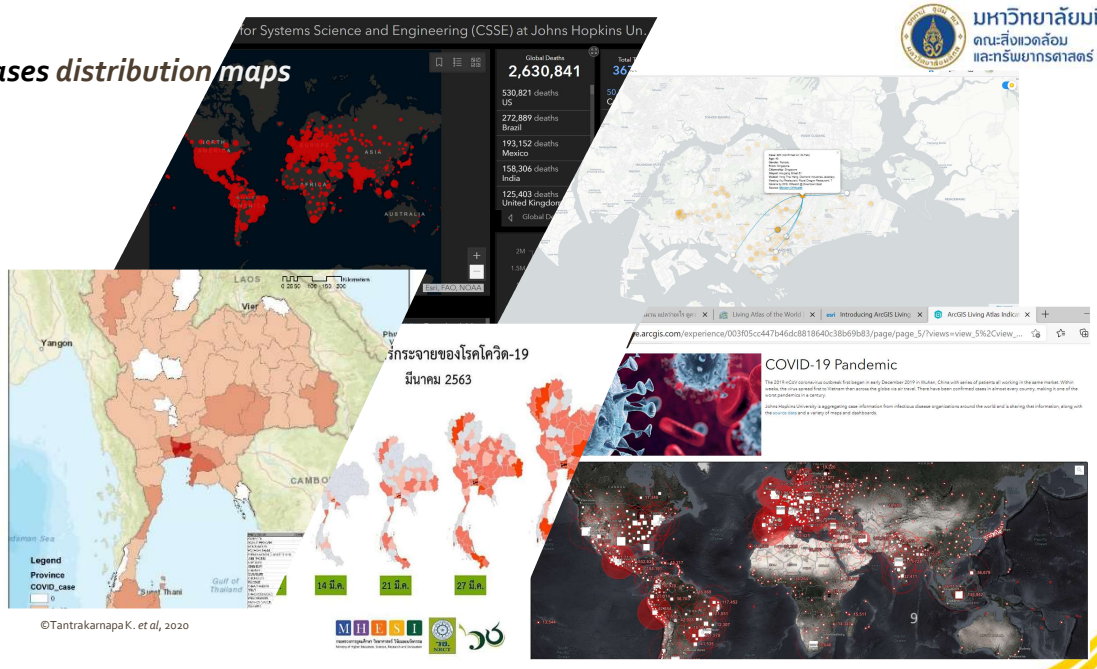
มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์



Source: https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/default.htm

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

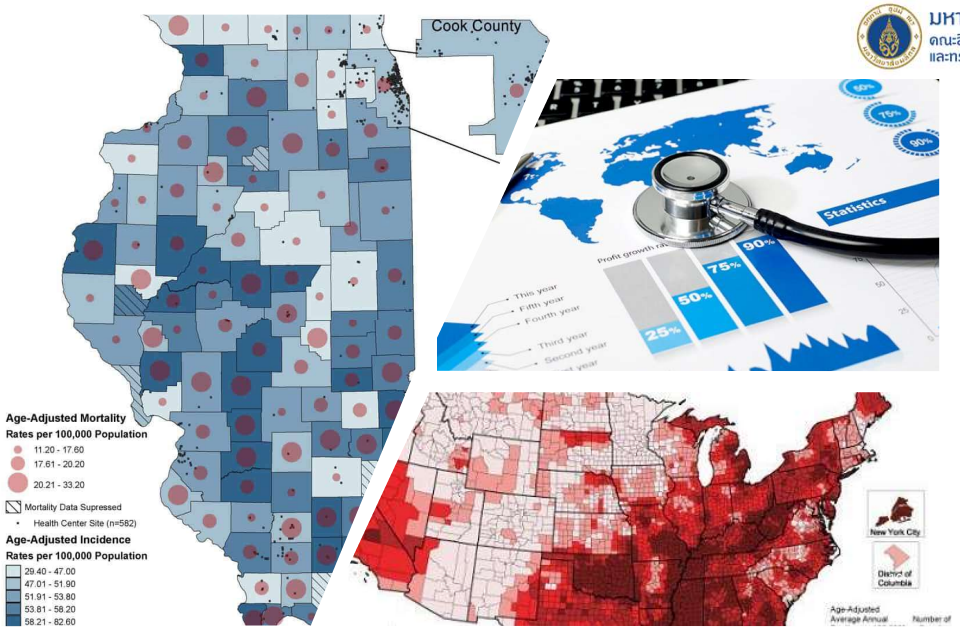
Diseases distribution maps



©Tantrakarnapa K. *et al*, 2020

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

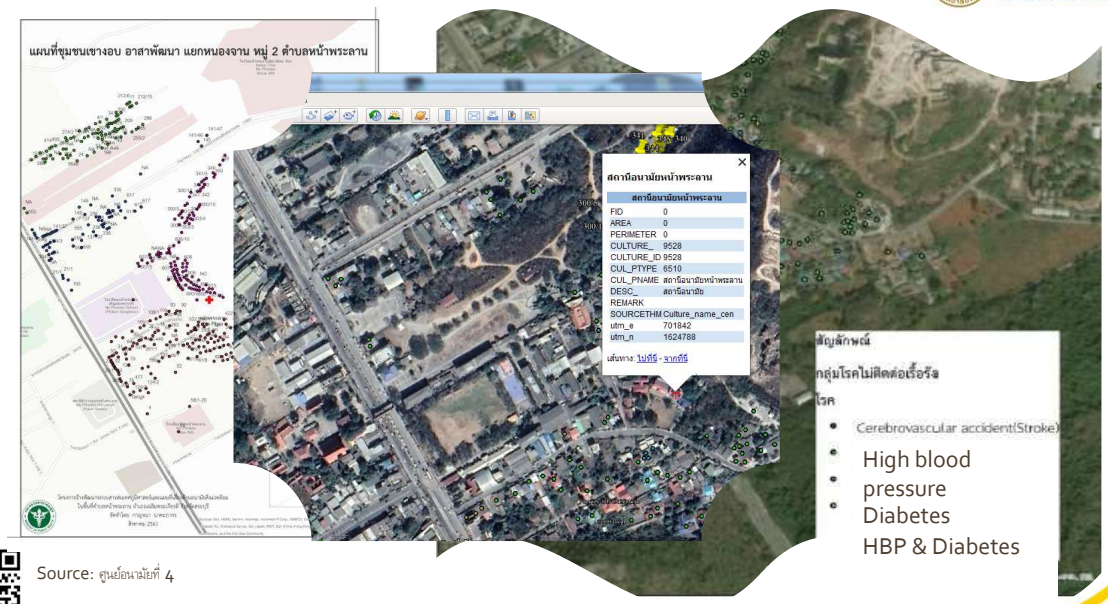


มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

Geographic correlation studies

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

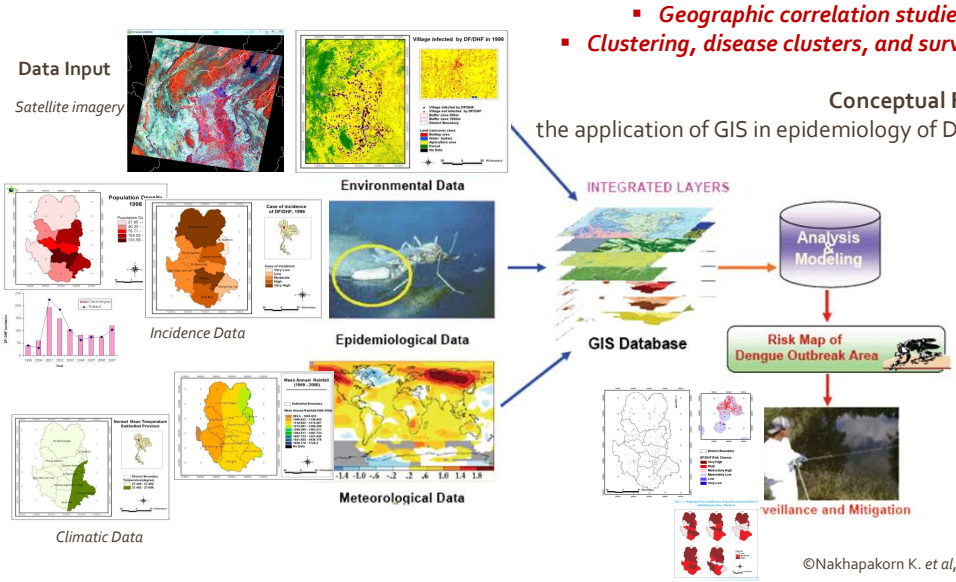


Source: ศูนย์อนามัยที่ 4

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

- *Geographic correlation studies*
- *Clustering, disease clusters, and surveillance*

Conceptual Framework:
the application of GIS in epidemiology of Dengue fever



©Nakhapakorn K. *et al*, 2005

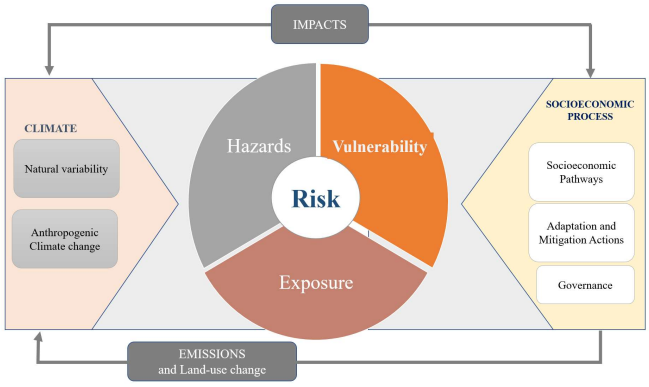
Risk definition

UNISDR (2009) defines "**Risk**" as the opportunity or possibility that an event will occur and causes a negative impact on the way of life, community and property, such as death, injury and loss, etc.

In addition, Noren et al. (2016) describe risk as depending on the **possibility and severity** of natural events as well as characteristics and scope of exposure to events, including **hazards, exposure, and vulnerability**.

Risk due to coastal floods cannot be reduced by mitigating the flood hazards due to storm surges that are generated by natural processes as shown in Figure.

(IPCC, 2014; UNISDR, 2015; Vahanvati, 2018; Wong et al., 2014)



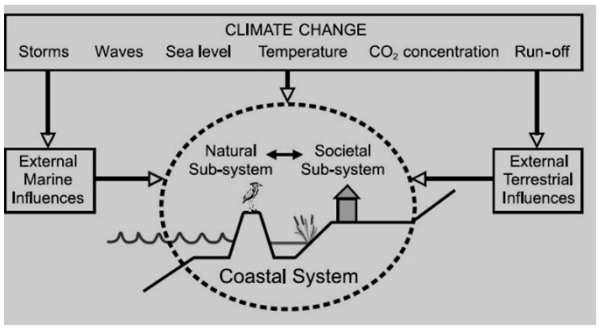


Figure 1. The concepts of the WGII AR5. Risk of climate-related impacts results from the interaction of climate-related hazards with vulnerability and exposure of human and natural systems. (Modified from IPCC, 2014) (Nakhapakorn K. et al. 2023)

Risk

Changes in both the climate system and socioeconomic processes including adaptation and mitigation are drivers of hazards, exposure, and vulnerability.

"**Risk is the probability of a loss, and this depends on three elements: hazard, vulnerability, and exposure**. If any of these three elements in risk increases or decreases, then the risk increases or decreases respectively." (Crichton, 1999).

The risk assessment approach aims to represent the three elements of risk in three dimensions as shown in Equation 1 below.

$$Risk = f(hazard \times exposure \times vulnerability)$$

In addition, the Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2014) and UNISDR (2015) in defining the three components:

มหาวิทยาลัยมหิดล คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Hazard	Exposure	Vulnerability
can be defined as the **possibility of natural phenomena and the severity of natural phenomena** that may have serious consequences, such as ground surface vibrations caused by earthquakes, the speed of the wind due to a cyclone, the depth of water in a flood area, the flow velocity of flood-water or the frequency of floods	refers to the **location, characteristics, and value of the property** that is important in the study area, such as people, buildings, factories, farmland, and infrastructure exposed to hazards.	refers to the level of the effect on properties when there is exposure to a disaster in each geographic location. Moreover, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2014) and UNISDR (2015) refer to vulnerability as the characteristics and circumstances of a community, system, or asset that make it susceptible to the damaging effects of a hazard. Vulnerability is one of the defining components of disaster risk. There are many aspects of vulnerability, arising from various **physical, social, economic, and environmental factors.** For example, poor design and construction of buildings, inadequate protection of assets, lack of public information and awareness such as weather forecasts, including limited official recognition of risks and preparedness measures, and a disregard for wise environmental management.

มหาวิทยาลัยมหิดล คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Disaster Risk

- Disaster risk assessment helps **to analyze the opportunities for disaster impact and identify or predict the risk level** of a local disaster.
- It also helps to specify measures to manage and mitigate disaster risk.
- Policies and practices for disaster risk management should be based on an understanding of disaster risk in all dimensions of vulnerability, coping capacity, exposure of persons and assets, hazard characteristics and their possible effects at the relevant social and spatial scale on the ecosystem.
- In addition, the risk assessment consists of **three main steps: identification risk, risk analysis and risk evaluation**, which are adapted from ISO's disaster risk assessment process (2009), ADPC (2011), UNISDR (2015) and the UNDRR (2019).

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

The interrelated three main steps are as follows:

1) **Risk Identification**: Hazard characterization, frequency analysis
2) **Risk analysis**: elements at risk identification, vulnerability assessment, consequence analysis
3) **Risk evaluation**

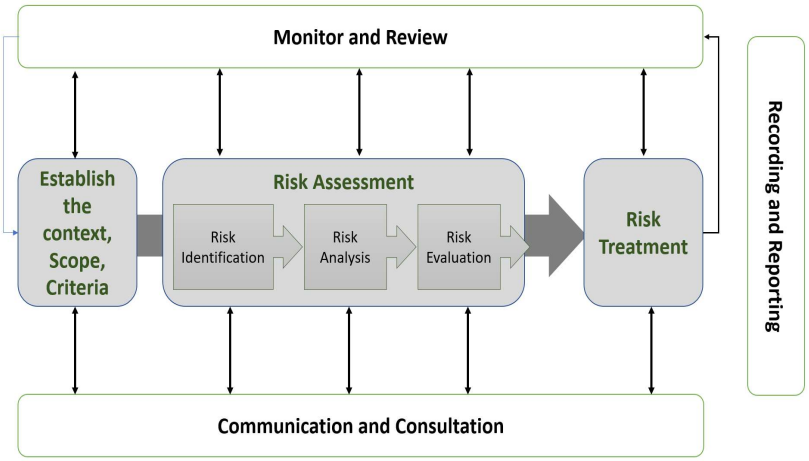
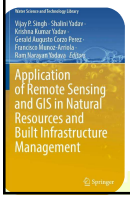


Figure 2. Risk management process (modified from IEC 31010, 2018).



มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Risk identification

- ***Risk identification*** is the first step of risk assessment of decision making by **searching for and understanding the components of disaster risk** in a study area.

- The purpose of risk identification is to **find, recognize and describe risks** that might help or prevent an organization achieving its objectives.
- Because of the potential damages and losses caused by historical disasters

Sources: IEC 31010, 2018; Maantay et al., 2009; Brinckerhoff, 2009; Balica,2012; Nasiri et al., 2013; Azotea et al., 2017; Dwyer et al., 2004; Barredo et al., 2010

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Risk identification

- **Natural Hazard assessment** is considered to be a specific natural event characterized by a certain magnitude and likelihood occurrence. Hazards are identifying the type of disaster that may occur in the area consists of data gathering and analysis based on the type of disaster that occurs. Included is the frequency analysis of the disaster, which estimates the probability of a disaster and disaster violence, is usually shown as a return period. Several studies have been explained that the frequency of flooding is a reference to the return period, frequency of occurrence such as 10, 20, 50, 100 years. The results of the hazard assessment are usually in hazard maps to show the affected area, chance, and severity of the hazard. Hazard assessment is used with a hazard map overlaid with maps showing the elements at risk and how many elements are at risk of being affected by hazardous events, such as the number of buildings.
- **Exposure assessment** is physical and social property information such as population, land use, public utilities, building, cultural heritage, infrastructure that are affected by a disaster that estimate its intensity and duration. Exposure is the anthropogenic factors that contribute to flood risk in flood-prone areas. Then, geographic databases are created for exposure assessment, which is made in the form of a map and analyzed using GIS. Other indicators that are not explored in this chapter but which are exposed include the economy and environment.
- **Vulnerability Assessment** is a systematic analysis of the physical and social elements' weakness to investigate if they are affected by the disaster, including buildings, infrastructure, landmarks and population. In the risk assessment, the physical vulnerability assessment is important, such as building damage. Flood vulnerability can be defined as the susceptibility of the exposed structures when in contact with water. However, physical vulnerability can be quantitatively and qualitatively represented by the more commonly used physical vulnerability, and a vulnerability matrix as shown in Table 1.

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Table 1. Level of risk assessment matrix

Frequency *Likelihood*	Level of Severity				
	None (1)	Low (2)	Moderate (3)	High (4)	Extreme (5)
Very Slightly opportunity (1) *Impossible (Risk is unlikely to occur)*	1	2	3	4	5
Less opportunity (2)	2	4	6	8	10
Moderate opportunity (3) *Possible (Risk will likely occur)*	3	6	9	12	15
High opportunity (4)	4	8	12	16	20
Very high opportunity (5) *Probable (Risk will occur)*	5	10	15	20	25

Extreme(score 15-25) Moderate (score 5-14) Low (score 1-4)

Source: Classified by IEC 31010, 2018; ADPC, 2011.

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Risk analysis

- ***Risk analysis*** is a process to **comprehend the level of risk or the negative impact from disaste**r, which is the next step from risk identification.
- Risk analysis involves a detailed consideration of uncertainties, risk sources, consequences, likelihood, events, scenarios, controls and their effectiveness.
- This is done by combining the result of an alternatively comprised assessment of hazards, exposure, vulnerability and capacity to estimate the damage level.
- Spatial Risk Analysis contains a lot of quantitative and qualitative information, using GIS to overlap and compute with vulnerability, which is displayed in the form of a risk matrix and is a result of uncomplicated risk analysis that uses an estimation of the probability of the occurrence of risk events and their qualitative impact.
- Moreover, risk mapping provides an overview of areas that contain information about vulnerability and exposure to elements at risk.

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

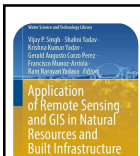
Risk evaluation

- ***Risk evaluation*** compares the process of risk analysis results with risk criteria to determine whether the risk or size of the risk is acceptable or unacceptable and how it should be managed.
- The purpose of risk evaluation is to support decisions.
- Risk evaluation involves comparing the results of the risk analysis with the established risk criteria to determine where additional action is required.
- This is very useful in preparing risk management recommendations to help determine if there are any risks that need to be addressed and whether risk management should be prioritized before.

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

- Therefore, the risk management process should be an integral part of management and decision-making and integrated into the structure, operations and processes of the organization.
- It can be applied at strategic, operational, program or project levels.
- There can be many applications of the risk management process within an organization, customized to achieve objectives and to suit the external and internal context in which they are applied.

- **Flood vulnerability index (FVI)** enables **the assessment of vulnerability to floods**.
- There are several factors influencing vulnerability including human settlement conditions, socio-economic pattern, infrastructure and policy.



มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

The physical vulnerability assessment or building vulnerability, social vulnerability, and economic vulnerability factors showed the step of risk assessment (Figure 3). This research is focusing on only building vulnerability models.

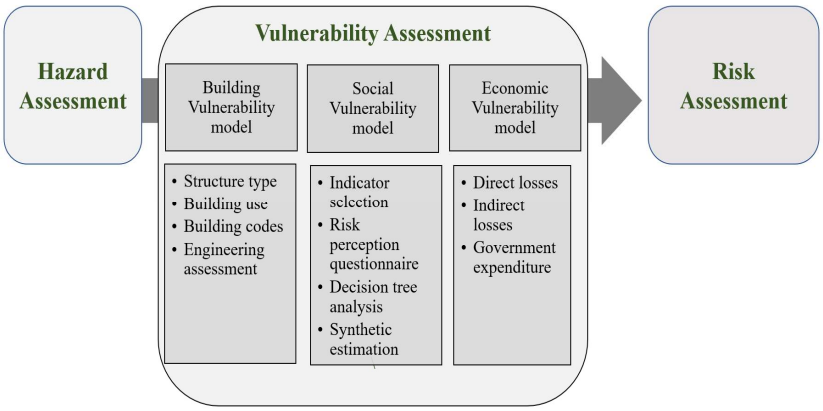
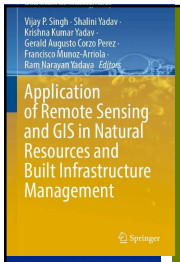


Figure 3. The step involved in performing a Risk Assessment. (Modified from Dwyer et al., 2004)

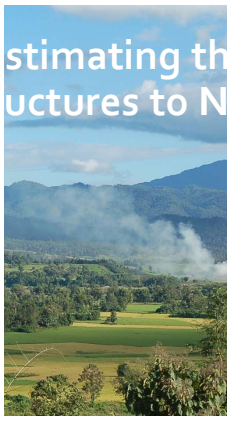
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-14096-9_15

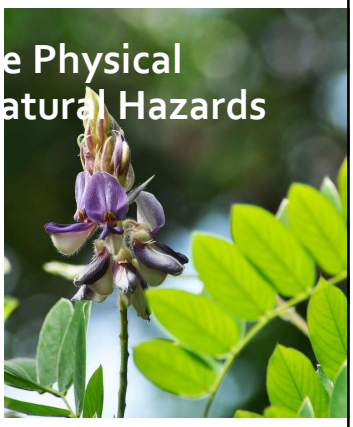


https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-14096-9_15

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Geospatial Technology for Estimating the Physical Vulnerability of Building Structures to Natural Hazards





Kanchana Nakhapakorn

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Floods

- In the past 69 years during 1951- 2019, tropical storms including typhoons and depression occurred 200 times in Thailand (TMD, 2021).
- **Flooding** is the **most frequent natural disaster** that occurs in Thailand.
- In the 30 years during 1971-2000, the average yearly rainfall amount was 1581.4 mm. During the rainy season, **the northeast monsoon increases the flood situation**.
- The 10 years of retrospect collected data revealed that Ubon Ratchathani province is affected by floods in Mun River which is the **most severe flooding in 2019.**

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

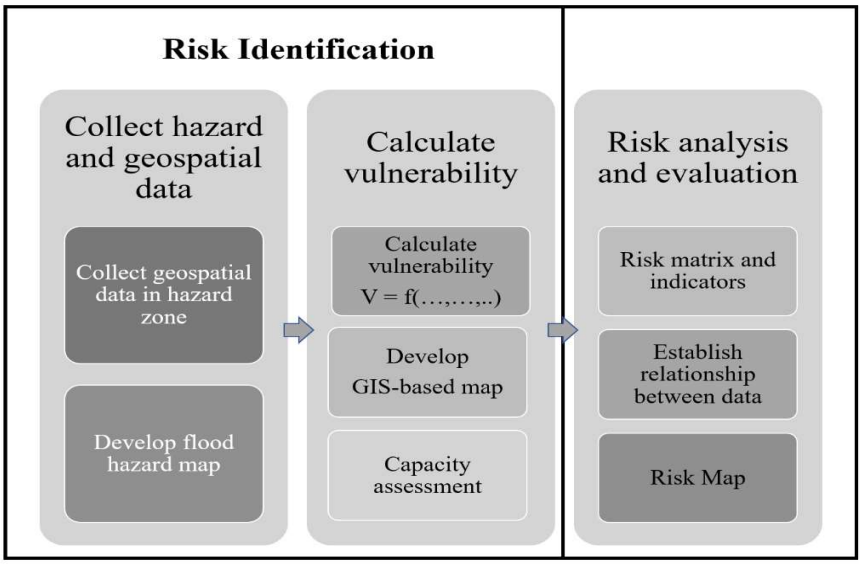
1. Identification and grading of relevant hazards

- The flood vulnerability and risk assessment has been carried out in this chapter on the basis of quantitative statistical techniques and geospatial technology.
- Vulnerability assessment data was divided into two categories:

  1) Primary data is **field works survey** that data collected using building location coordinates from Global Positioning System (GPS) (EIT, 2019),

  2) Secondary data was gathered from GISTDA as **10 years flood maps**.
- After collecting data from the study area, all data is **re-grouped, classified, and weighting data**. Then, the selection data from field surveying and flood-prone area in Warinchamrab municipality, Ubon Ratchathani province.
- Many houses in the riverside communities have been built in floodplains, when flooding was less common than nowadays which are still allowing developments in areas at a high risk of flooding.
- Households were selected in order to identify specific damage from physical vulnerability; **building structure types,** how such households would be affected differently by each type of disaster.

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์



2. Determination of Physical vulnerability of building structures to floods

The physical vulnerability assessment or building vulnerability indicators are:

- magnitude or probability of a hazard,
- building material,
- building status,
- damage and crack in the structure,
- floor material,
- number of storeys,
- foundation types,
- flood depth and flood frequency.

Calculation of the vulnerability index (VI)

Godfrey et al. (2015) explained that the vulnerability index (*VI*) of each physical vulnerability of building to floods is calculated using the normalized weights of the characteristic indicators (A_i) and the normalized weights of the observed indicator values (a_j), as shown in equation (2):

$$VI = \sum_{i,j=[0,1]}^{n} A_i a_j$$

Where, A_i is the normalized weight of the indicators, and a_j is the normalized weight of the indicators' observed value.

Tal

Floor materials	Concrete	-	-	-	Wood, bamboo
Number of storeys	> 2 storeys	-	2 storeys	-	1 storeys
Flooding frequency (10 years period)	None	1-2 times	3-4 times	5-6 times	> 7 times
Flood depth		<0.5 meters	0.5-1 meters	1-2 meters	>2 meters
Presence of Foundation type	Yes				No

Sources: Modified from Taramelli et al (2015); Krishnamurthy et al (2010); Tran et al (2009); FEMA Hazus, 1999; UNDP-MADRID, 2016; Godfrey et al., 2015; Kappes et al., 2012; de Ruiter et al., 2017; Papathoma-Köhle, et al., 2019.

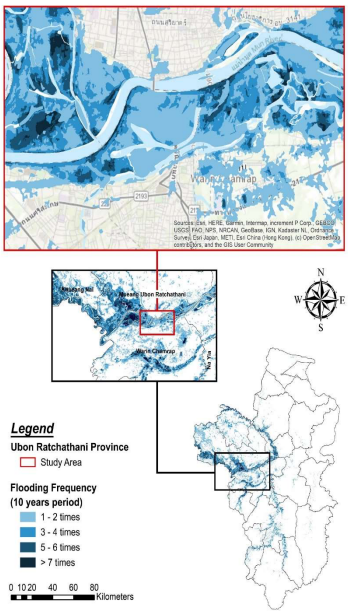
33

3. Risk Assessment for Physical Vulnerability of Building Structures

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

1) *The results of hazard assessment*

Flood map data was collected from 2010 to 2019 in the Ubon Ratchathani province (GISTDA).



Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

34

3. Risk Assessment for Physical Vulnerability of Building Structures

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

2) The results of vulnerability assessment

Table 4. The physical building structures in flood affected area (households)

Factors	Indicators	Risk level	Flood frequency			Total
			1-2 Years	3-4 Years	5-6 years	
Building material	Concrete	1	69	13	0	82
	Concrete and mixed wood-concrete	2	147	22	1	170
	Masonry	3	8	0	0	8
	Wood	4	51	6	1	58
	Bamboo	5	5	1	0	6
Crack in structure	No	1	170	21	2	193
		2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0
		4	0	0	0	0
	Yes	5	110	21		131
Number of Floors	>2 storeys	1	2	0	0	2
		2	0	0	0	0
	2 storeys	3	150	25	1	176
		4	0	0	0	0
	1 storey	5	128	17	1	146
Foundation type	Yes	1	203	32	0	235
		2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0
		4	0	0	0	0
	No	5	77	10	2	89
Flood depth	None	1	31	4	0	35
	<0.5 meters	2	0	0	0	0
	0.5-1 meters	3	0	0	0	0
	1-2 meters	4	92	2	0	94
	>2 meters	5	157	36	2	195

3. Risk Assessment for Physical Vulnerability of Building Structures

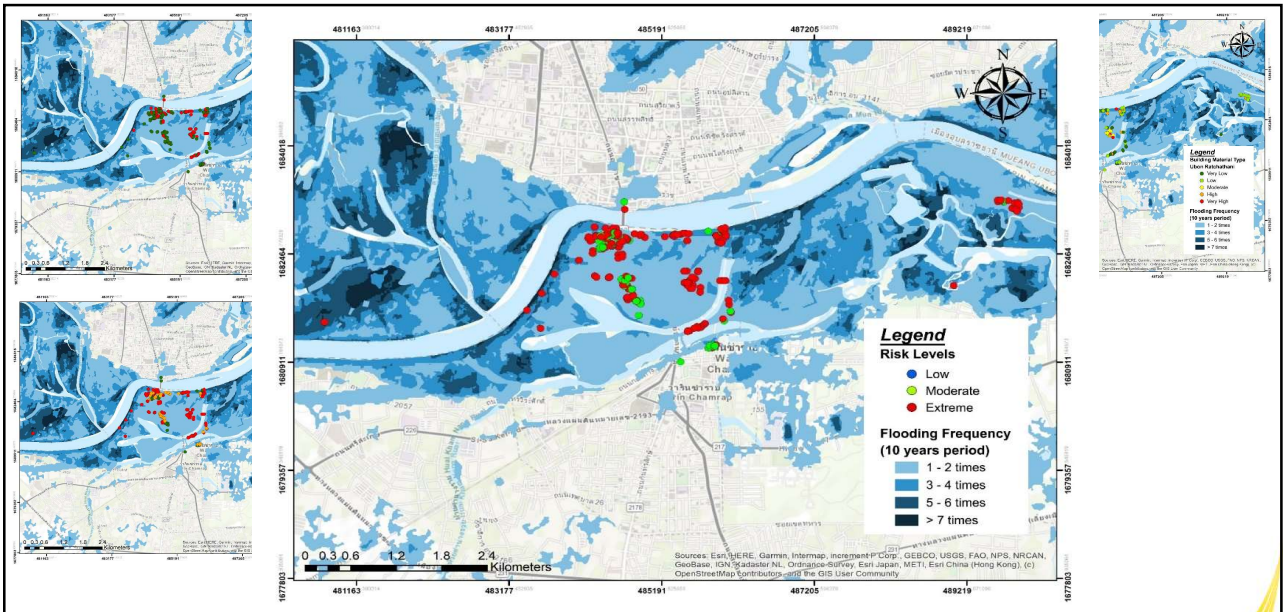
มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

3) Risk analysis

Table 5. The physical vulnerability indicators in flood vulnerability risk area (households)

Physical Vulnerability indicators	Risk level	Risk Level of Flood Vulnerability		Total (HH)
		Extreme	Moderate	
Building material	Extream	1	1	2
	Medium	86	7	93
	Low	151	78	229
Crack in structure	Extream	21	0	21
	Medium	109	1	110
	Low	108	85	193
Number of Floors	Extream	18	0	18
	Medium	219	85	304
	Low	1	1	2
Foundation type	Extream	12	0	12
	Medium	76	1	77
	Low	150	85	235
Flood frequency	Extreme	2	0	2
	Moderate	39	3	42
	Low	197	83	280
Flood depth	Extreme	38	0	38
	Moderate	188	63	251
	Low	12	23	35

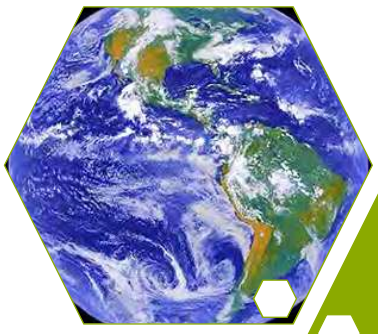
Note: From Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage (unpublished data)



Physical vulnerability of building structures in flood risk area

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

So... What can we do?



Global climate change

Flooding in Ayutthaya and Pathum Thani Provinces in October (right), compared to before the flooding in July (left)

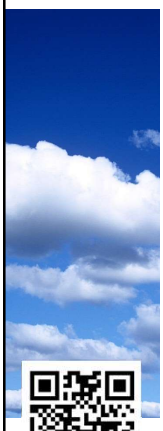
https://en.wikipedia.org/wiki/2011_Thailand_floods

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

ผลกระทบของสภาพอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์และสุขภาพ

- ท่านคิดว่ากลุ่มไหนเปราะบางกับสุขภาพด้านไหนบ้าง ของแต่ละผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
  - น้ำท่วม
  - ภัยแล้ง
  - กัดเซาะชายฝั่ง
  - พายุ
  - ฯลฯ

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์



การเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงและความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณีศึกษา พื้นที่ชายฝั่งทะเล

Coastal Vulnerability Assessment (CVA)

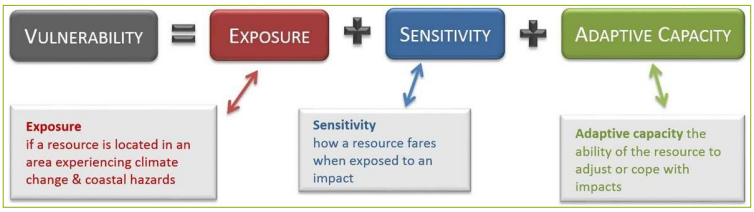
Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

1. Vulnerability คืออะไร

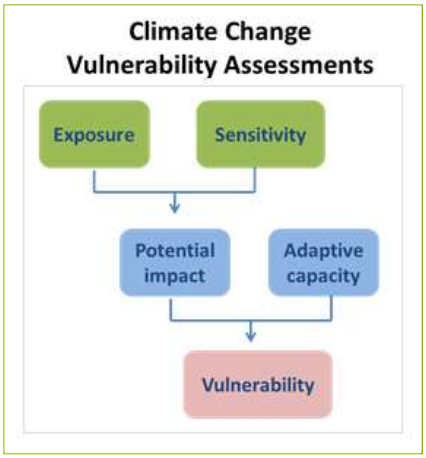
มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

ความเปราะบางชายฝั่ง

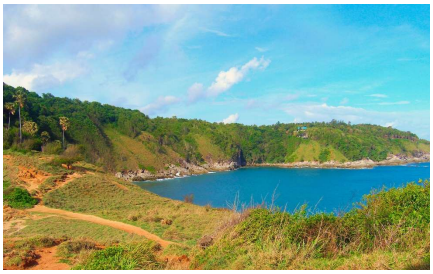
ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางสังคมเศรษฐกิจของพื้นที่ชายฝั่ง
ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้โอกาสเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบ
จากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ชายฝั่ง
และเป็นสิ่งจำกัดขีดความสามารถในการรับมือผลกระทบที่จะเกิดขึ้น



https://www.nps.gov/subjects/climatechange/vulnerabilityandadaptation.htm



Source: https://climateactiontool.org/content/climate-change-vulnerability-assessments



Exposure

Sensitivity

Adaptive Capacity

2. Coastal Vulnerability Assessment (CVA) มีความสำคัญอย่างไร

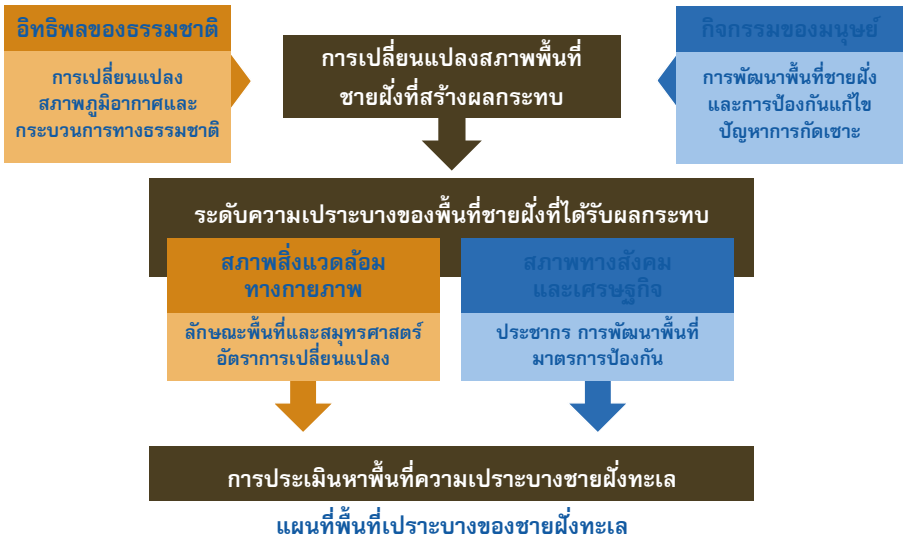
มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

Coastal Vulnerability

- *Exposure assessment* addresses the degree to which a system experiences changing climate conditions.
- *Sensitivity assessment* addresses the degree to which a system changes in response to changing climate conditions.
- *Adaptive capacity assessment* addresses the degree to which a system component can adjust in response to changing climate conditions

กรอบแนวคิดในการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



แผนที่พื้นที่เปราะบางของชายฝั่งทะเล

3. วิธีการประเมินด้วย Coastal Vulnerability index

เครื่องมือและเทคนิคของการประเมินความเปราะบางชายฝั่ง

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

1) IPCC Common Methodology (CM)
2) Coastal vulnerability index (CVI)
3) Global Vulnerability Assessment (GVA)
4) Bruun rule
5) The Synthesis and Upscaling of Sea-level Rise Vulnerability Assessment (SURVAS)
6) Land and wetland loss assessment
7) Dynamic Interactive Vulnerability Assessment (DIVA)
8) Simulator of Climate Change Risks and Adaptation Initiatives (SimCLIM)
9) Community Vulnerability Assessment (CVAT)
10) Coastal Zone Simulation Model (COSMO)
11) South Pacific Island Methodology (SPIM)
12) Shoreline Management Planning (SMP)

3.1 CVI by physical & socio-economic dimensions

การประมวลผลข้อมูล

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

$$\text{Coastal Vulnerability Index (CVI)} = \frac{PVI + SVI}{2}$$

$$\text{Physical Vulnerability Index (PVI)} = \frac{\sum X_{(PV)_i} W_{(PV)_i}}{\sum W_{(PV)_i}}$$

$X_{(PV)_i}$: ค่าคะแนนความเปราะบางของตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

$W_{(PV)_i}$: ค่าน้ำหนักของตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

$$\text{Socio-Economic Vulnerability Index (SVI)} = \frac{\sum X_{(SV)_i} W_{(SV)_i}}{\sum W_{(SV)_i}}$$

$X_{(SV)_i}$: ค่าคะแนนความเปราะบางของตัวแปรด้านสังคมเศรษฐกิจ

$W_{(SV)_i}$: ค่าน้ำหนักของตัวแปรด้านสังคมเศรษฐกิจ

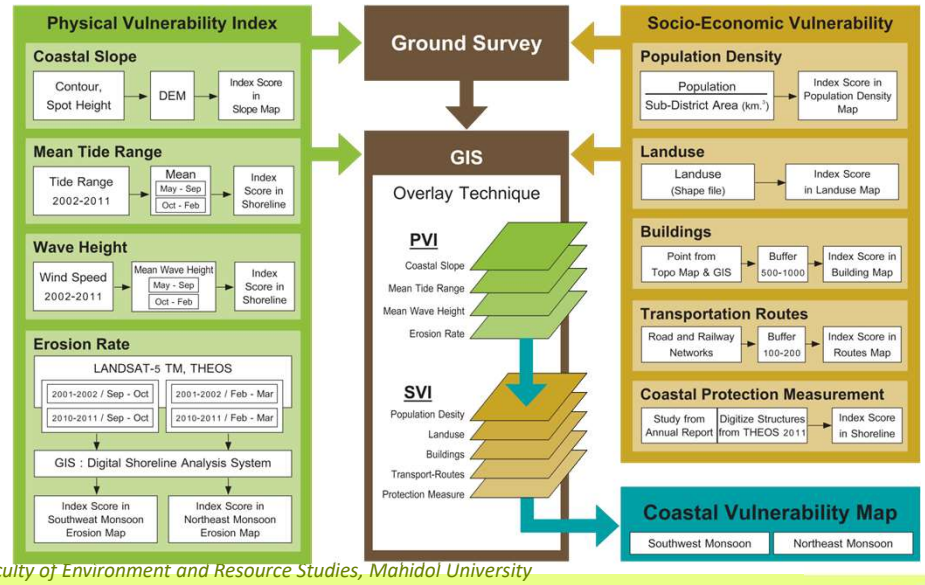
การจำแนกและวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

ดัชนีชี้วัด	ระดับของความเปราะบางชายฝั่ง					น้ำหนัก
	ต่ำสุด : 1	ต่ำ : 2	ปานกลาง : 3	สูง : 4	สูงมาก : 5	
Coastal Slope (%)	มากกว่า 0.2	0.2 ถึง 0.07	0.07 ถึง 0.04	0.04 ถึง 0.025	น้อยกว่า 0.025	0.35
Mean Tide Range (m)	มากกว่า 6.0	4.1 ถึง 6.0	2.0 ถึง 4.0	1.0 ถึง 1.9	น้อยกว่า 1.0	0.11
Mean Wave Height (m)	น้อยกว่า 0.55	0.55 ถึง 0.85	0.85 ถึง 1.05	1.05 ถึง 1.25	มากกว่า 1.25	0.29
Erosion Rate (m/yr)	น้อยกว่า 1.0	1.0 ถึง 1.9	2.0 ถึง 2.9	3.0 ถึง 3.9	มากกว่า 4.0	0.25
Population Density	1 ถึง 100	101 ถึง 200	201 ถึง 400	401 ถึง 600	มากกว่า 601	0.24
Land Use	หนองบึง พื้นที่ว่าง	ทุ่งหญ้า ป่าละเมาะ	ป่าชายเลน พื้นที่ป่าสงวน ป่าอนุรักษ์	เกษตรกรรม เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	ชุมชน พื้นที่ท่องเที่ยว อุตสาหกรรม	0.42
Buildings	ไม่มี		โรงพยาบาล โรงเรียน		พระราชวัง วัด โบสถ์	0.27
Transport-Routes	ไม่มี		ถนนสายย่อย		ถนนสายหลัก ทางรถไฟ	0.07
Coastal Protection	ชายฝั่ง ไม่ถูกกัดเซาะ		มีการป้องกัน แต่ยังถูกกัดเซาะ		ไม่มีมาตรการ ป้องกัน	0.10

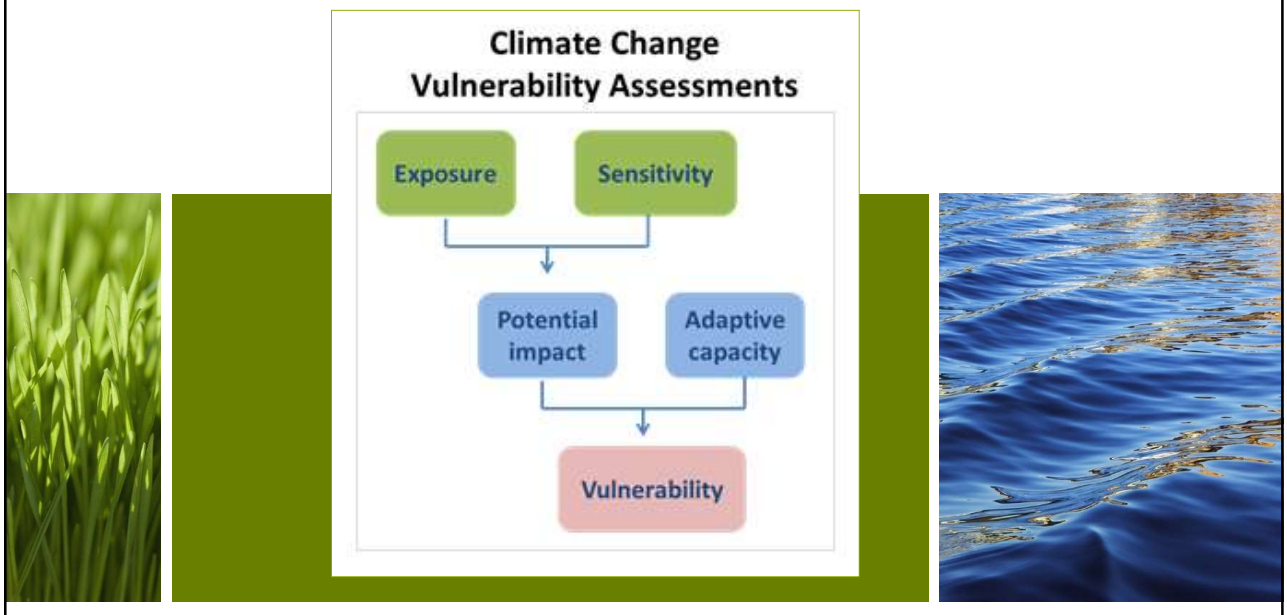
วิธีการประเมินความเปราะบางชายฝั่ง

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์



Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

53



มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินหาพื้นที่เปราะบางชายฝั่ง กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรสงคราม

การประเมินหาพื้นที่เปราะบางชายฝั่งด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม กัทลี คุรุกุล และกาญจนา นาคะภากร (2557) อธิบายไว้ดังนี้

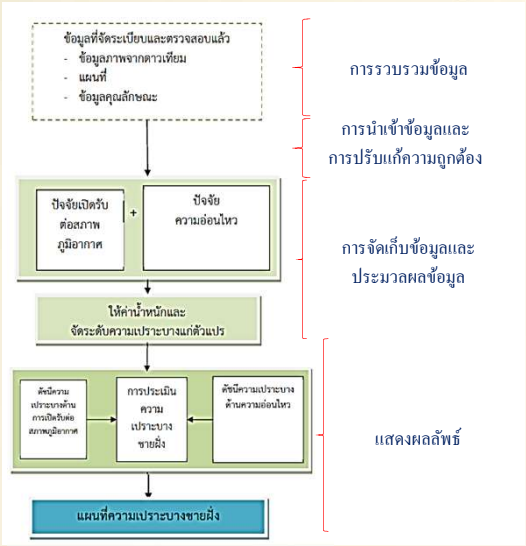
การประเมินความเปราะบางชายฝั่งทะเล (Coastal Vulnerability Assessment) หมายถึง การประเมินปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเปราะบางชายฝั่ง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

การเปิดรับต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate exposure) หมายถึง ปัจจัยภายนอกที่เกิดความแปรปรวนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลกระทบต่อระบบ

ความอ่อนไหว (Sensitivity) หมายถึง คุณลักษณะและความเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภายในระบบ สามารถพิจารณาได้จากรูปแบบกิจกรรมของมนุษย์ การใช้ประโยชน์ที่ดิน

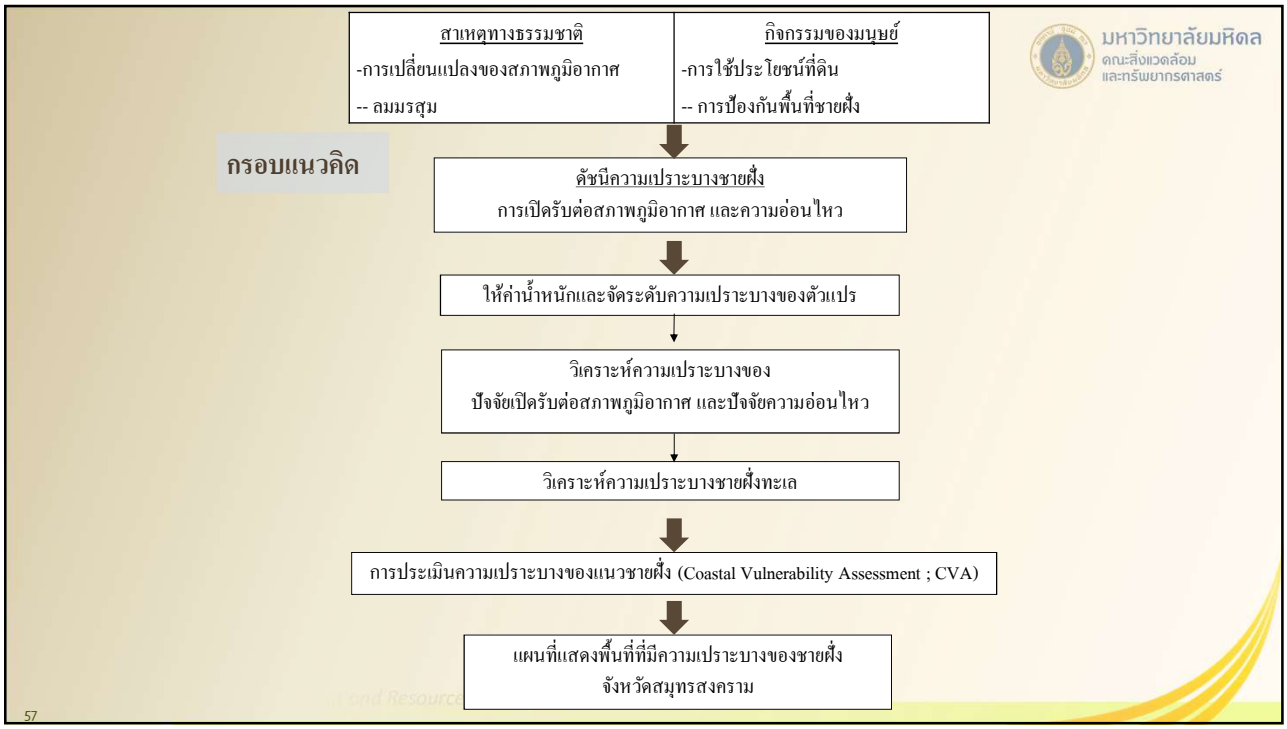
มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

ขั้นตอนการสร้าง CVI

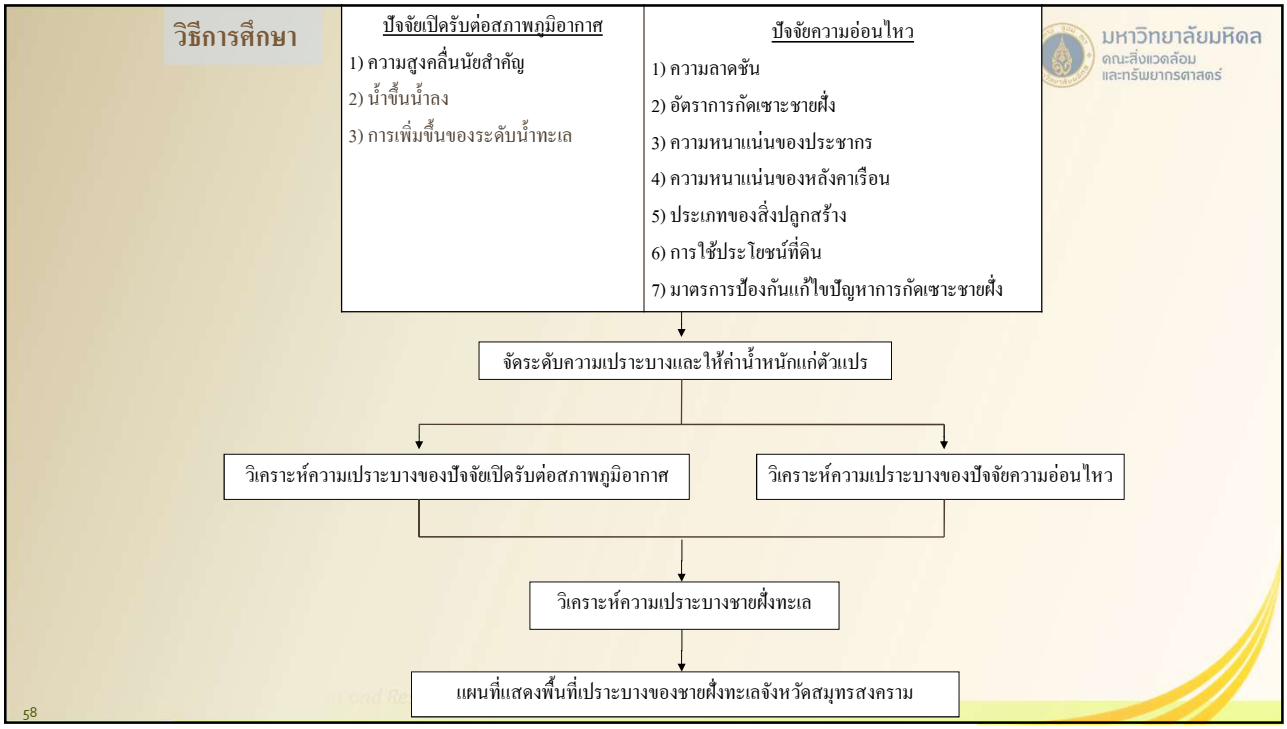


รูปแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
(ดัดแปลงจาก Duriyapong F . and Nakhapakorn K., 2011)

กรอบแนวคิด

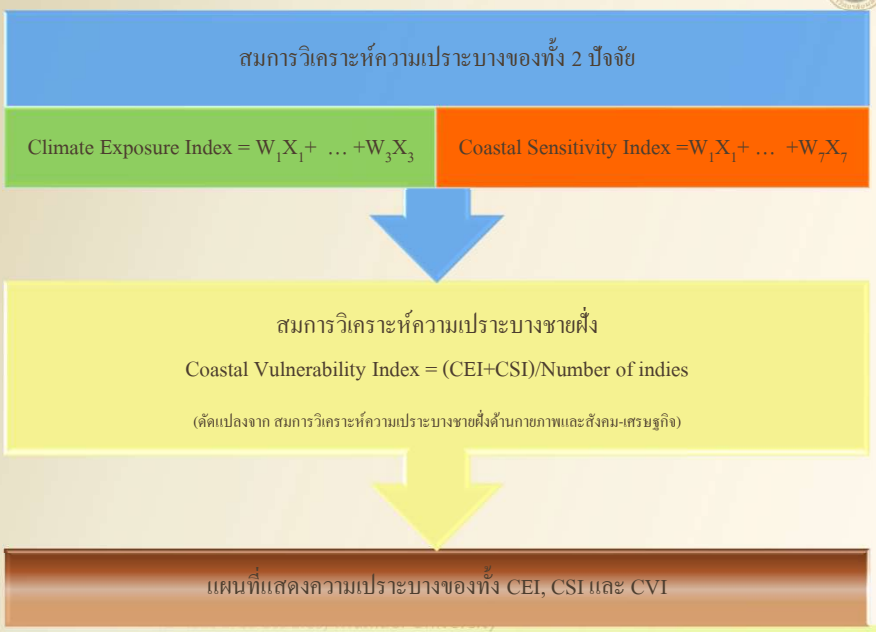


วิธีการศึกษา



วิธีการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



59

วิธีการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงระดับของความเปราะบางของแต่ละตัวแปร

ตัวแปรความเปราะบาง	ระดับความเปราะบาง				
ปัจจัยเปิดรับต่อสภาพภูมิอากาศ	**Very low 1**	**Low 2**	**Moderate 3**	**High 4**	**Very high 5**
1) ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น (เมตร)	< 0.55	0.55 – 0.85	0.85 – 1.05	1.05 – 1.25	> 1.25
2) น้ำขึ้นน้ำลง (เมตร)	<1.0	1.0 – 1.9	2.0 – 4.0	4.1 – 6.0	> 6.0
3) การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (มิลิเมตร/ปี)	< 1.8	1.8 – 2.5	2.5 – 3.0	3.0 – 3.4	> 3.4
ปัจจัยความอ่อนไหว	**Very low 1**	**Low 2**	**Moderate 3**	**High 4**	**Very high 5**
1) ความลาดชันของชายฝั่ง (%)	> 0.20	0.20 - 0.07	0.07 - 0.04	0.04 - 0.025	< 0.025
2) อัตราการกัดเซาะชายฝั่ง (เมตร/ปี)	>2.0	1.0 -2.0	-1.0 – 1.0	-2.0 - -1.0	< -2.0
3) ความหนาแน่นของประชากร (คน/ตารางกิโลเมตร)	0 - 100	101 - 200	201 - 400	401 - 600	>600
4) ความหนาแน่นของหลังคาเรือน (หลังคาเรือน/ตารางกิโลเมตร)	ไม่มี	1 - 200	201 - 500	501 - 1,000	>1,000

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2546), Farida and Kanchana (2011), และ Murali R.M. (2013)

and Resource Studies, Mahidol University

60

วิธีการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงระดับของความเปราะบางของแต่ละตัวแปร (ต่อ)

ตัวแปรความเปราะบาง	ระดับความเปราะบาง				
ปัจจัยความอ่อนไหว	**Very low 1**	**Low 2**	**Moderate 3**	**High 4**	**Very high 5**
5) สิ่งปลูกสร้าง	ไม่มี	-	โรงพยาบาล, วัด โรงเรียน, หลังคาเรือน		มรดกทางวัฒนธรรม ทางธรรมชาติ
6) การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ทิ้งร้าง/พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ/แหล่งน้ำ	ทุ่งหญ้า/ไม้ละเมาะ	ป่าชายเลน	พื้นที่เกษตรกรรม/พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง	พื้นที่อยู่อาศัย/พาณิชยกรรม/สาธารณูปโภค/สาธารณูปการ/สถานที่ท่องเที่ยว/โรงแรม/รีสอร์ท/อุตสาหกรรม
7) มาตรการป้องกันแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง	-	มีมาตรการป้องกันแก้ไข	อยู่ระหว่างการจัดทำโครงการ หรือดำเนินโครงการ	ไม่มีมาตรการป้องกันแก้ไข	-

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2546), Farida and Kanchana (2011), และ Murali R.M. (2013)

Resource Studies, Mahidol University

61

วิธีการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

ตารางที่ 2 แสดงค่าน้ำหนักของแต่ละตัวแปร

ปัจจัยเปิดรับต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate Exposure variables)	ค่าน้ำหนัก
1. ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น (เมตร)	0.29
2. น้ำขึ้นน้ำลง (เมตร)	0.11
3. การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (มิลลิเมตรต่อปี)	0.06
ปัจจัยความอ่อนไหว (Sensitivity variables)	
1. ความลาดชันของชายฝั่ง	0.35
2. อัตราการกัดเซาะชายฝั่ง	0.25
3. ความหนาแน่นของประชากร	0.24
4. ความหนาแน่นของหลังคาเรือน	0.30
5. ประเภทของสิ่งปลูกสร้าง	0.27
6. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.25
7. มาตรการป้องกันแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง	0.10

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2546), Farida and Kanchana (2011), และ Murali R.M. (2013)

Resource Studies, Mahidol University

62

วิธีการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

ตารางที่ 3 ระดับความเปราะบางของพื้นที่ชายฝั่ง

CEI, CSI และ CVI	ระดับความเปราะบางของพื้นที่ชายฝั่ง
0.01 - 1.00	ต่ำมาก
1.01 - 2.00	ต่ำ
2.01 - 3.00	ปานกลาง
3.01 - 4.00	สูง
4.01 - 5.00	สูงมาก

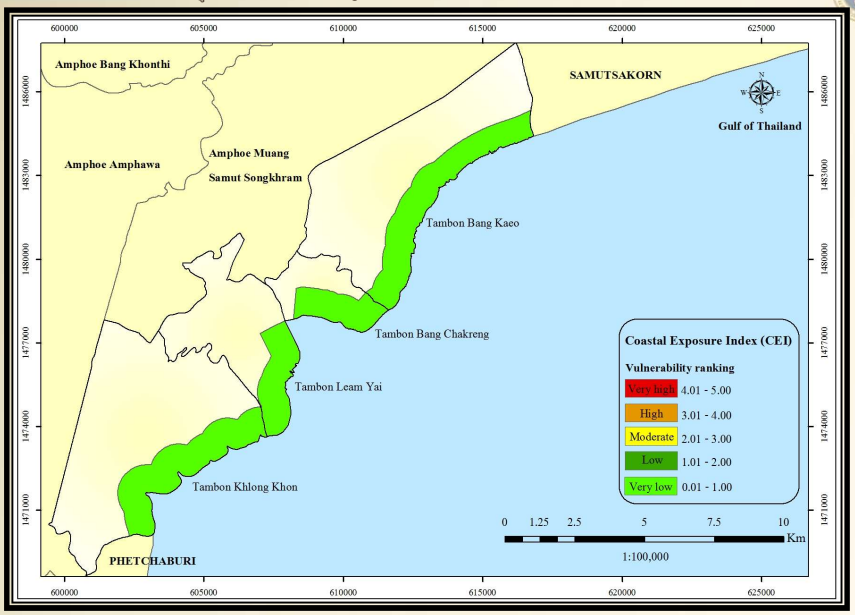
and Resource Studies, Mahidol University

63

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความเปราะบางของปัจจัยเปิดรับต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate Exposure Index)

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



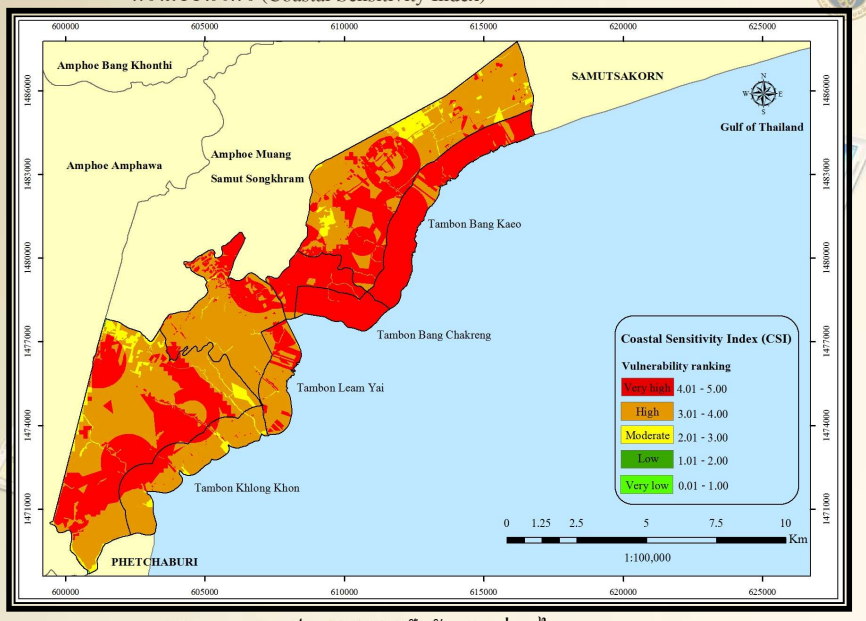
ความเปราะบางของปัจจัยเปิดรับต่อสภาพภูมิอากาศ (CEI)

64

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความเปราะบางของปัจจัยความอ่อนไหว (Coastal Sensitivity Index)

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



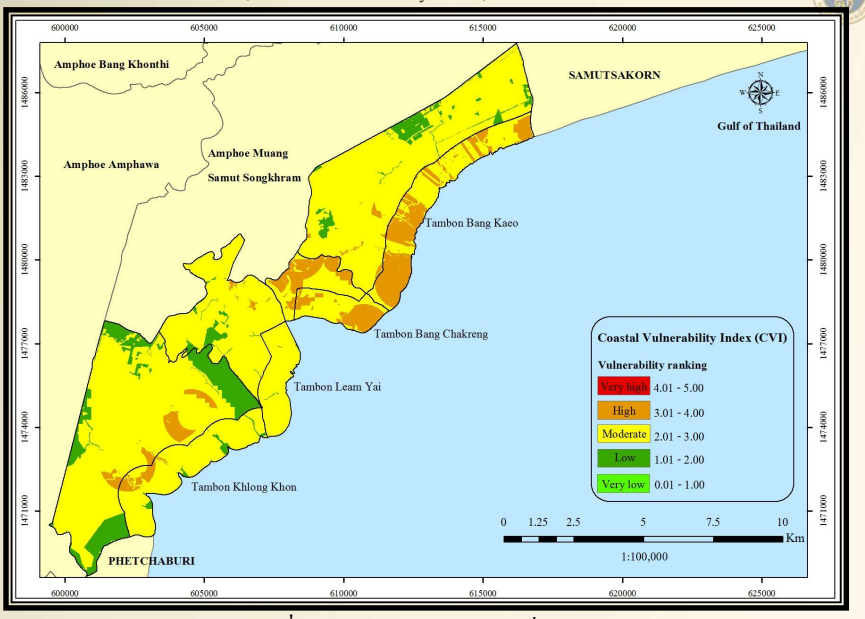
ความเปราะบางของปัจจัยความอ่อนไหว (CSI)

65

ผลการศึกษา

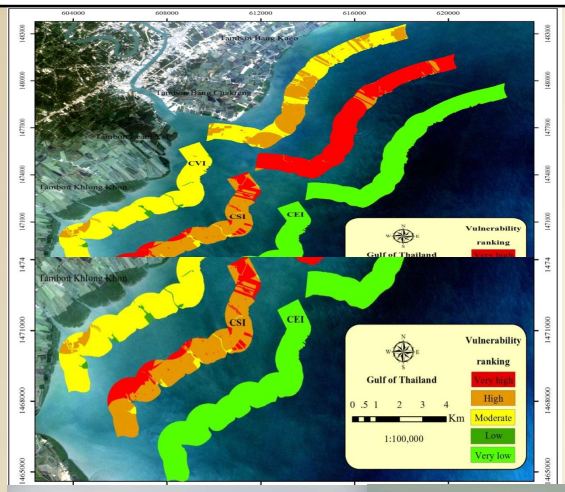
ผลการวิเคราะห์ความเปราะบางของชายฝั่ง (Coastal Vulnerability Index)

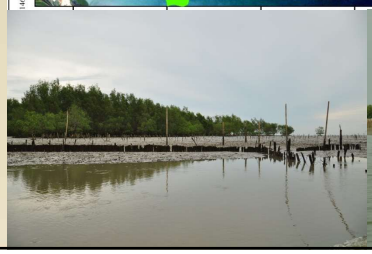
มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

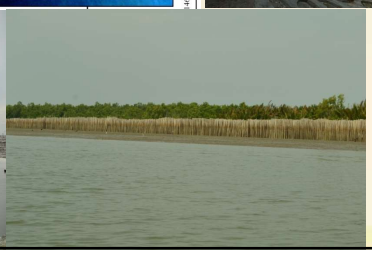


รูปที่ 22 ความเปราะบางของชายฝั่ง (CVI)

66







มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

ผลการสำรวจพื้นที่ศึกษา

67

สรุปผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

การประเมินความเปราะบางชายฝั่ง (Coastal Vulnerability Assessment)

ปัจจัยเปิดรับต่อสภาพภูมิอากาศ	• อยู่ในระดับความเปราะบางต่ำมาก • ดัชนีที่ส่งผลกระทบมากที่สุด คือ น้ำขึ้นน้ำลง การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และความสูงคลื่นนัยสำคัญ
ปัจจัยความอ่อนไหว	• พบระดับความเปราะบางต่ำไปจนถึงสูงมาก • ดัชนีที่ส่งผลกระทบมากที่สุด คือ ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และ ความหนาแน่นของประชากร
ความเปราะบางชายฝั่ง	• พบระดับความเปราะบางต่ำไปจนถึงสูง (Low-Moderate-High)

68

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

ภัย	ผลกระทบด้านสุขภาพ	กลุ่มเปราะบาง	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
น้ำท่วม			
ภัยแล้ง			
พายุ			
Heat wave			
.....			

มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์

References

- IPCC Summary Report for Policy Makers. 2014
- IPCC Summary Report graphics. 2014
- "About IPCC." IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 20 Apr. 2009 <http://www.ipcc.ch/about/index.htm>.
- "Climate Change | U.S. EPA." U.S. Environmental Protection Agency. 20 Apr. 2009 <http://epa.gov/climatechange/index.html>.
- Rischard, J. F. High Noon: Twenty Global Problems, Twenty Years to Solve Them. New York: Basic Books, 2002.

References

[1] กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)

[2] กรณีปกติ หรือ Business-as-Usual (BAU) หมายถึง กรณีที่ไม่มีการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งในกรณีของประเทศไทยคาดการณ์ว่าจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจาก 279.129 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($MTCO_2eq$) ในปี 2548 เป็น 554.649 $MTCO_2e$ ในปี 2573

[3] สาธารณภัยเป็นการประยุกต์แนวคิดเรื่องภัยพิบัติตามบริบทของประเทศไทย โดยพระราชบัญญัติป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ. 2550กำหนดให้สาธารณภัย หมายถึง อัคคีภัย วาตภัย อุทกภัย ภัยแล้ง โรคระบาดในมนุษย์ โรคระบาดสัตว์ โรคระบาดสัตว์น้ำ การระบาดของศัตรูพืช ตลอดจนภัยอื่น ๆ อันมีผลกระทบต่อสาธารณชน ไม่ว่าเกิดจากธรรมชาติ มีผู้ทำให้เกิดขึ้น อุบัติเหตุหรือเหตุอื่นใด ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิต ร่างกายของประชาชนหรือความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชน หรือของรัฐ และให้หมายความรวมถึงภัยทางอากาศ และการก่อวินาศกรรมด้วย