

การบูรณาการผังเมืองเพื่อรองรับธรณีพิบัติภัย

Integrated Urban Planning for Geohazard Mitigation

ศุภกร เทกมล

Supakorn Takamol

กรมโยธาธิการและผังเมือง

Department of Public Works and Town & Country Planning

* Email: petchgeo@gmail.com

ส่งต้นฉบับบทความ : 11 มิ.ย. 69 / ส่งบทความฉบับแก้ไข : 20 ก.ค. 69 / ตอบรับให้เผยแพร่ : 21 ก.ค. 69 / เผยแพร่ : 7 ต.ค. 69

การอ้างอิง: ศุภกร เทกมล (2569). การบูรณาการผังเมืองเพื่อรองรับธรณีพิบัติภัย. สิ่งแวดล้อมไทย, ปีที่ 30 (ฉบับที่ 2).

<https://doi.org/10.35762/TE.2569006>

บทคัดย่อ

ประชากรและผังเมืองมีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันมาอย่างยาวนาน โดยการตั้งถิ่นฐานของประชากรย่อมนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งปลูกสร้างเพื่อรองรับระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ อย่างไรก็ตามหากปราศจากการวางแผน การควบคุมที่เหมาะสม และการขาดความเข้าใจในสภาพกายภาพของเมืองย่อมส่งผลให้เกิดการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ระเบียบ ซึ่งเป็นต้นเหตุของความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อมและความเปราะบางต่อภัยพิบัติ สอดคล้องกับข้อตกลงเซนไดว่าด้วยการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ ที่เน้นย้ำถึงความสำคัญในการสร้างความเข้าใจด้านความเสี่ยงจากภัยพิบัติ บทความวิชาการฉบับนี้จึงมุ่งนำเสนอความสำคัญของการบูรณาการข้อมูลธรณีพิบัติภัยเข้ากับกระบวนการผังเมือง โดยชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มความเสี่ยงของภัยพิบัติทางธรณีวิทยาที่ทวีความรุนแรงขึ้นจากการก่อสร้างและการจัดการเมืองที่บกพร่องผ่านกรณีศึกษาและแนวทางการจัดการในต่างประเทศ รวมถึงมาตรการด้านการผังเมืองเพื่อรองรับและบรรเทาธรณีพิบัติภัย ประกอบด้วย 1) การจัดทำแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามการจำแนกประเภทที่ครอบคลุมพื้นที่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสำคัญในผังเมืองรวม 2) การกำหนดข้อบังคับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อควบคุมความหนาแน่นและมวลอาคาร และ 3) การบังคับใช้ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในฐานะเครื่องมือเชิงรุกเพื่อการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากธรณีพิบัติภัยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : ธรณีพิบัติภัย; ผังเมือง; การลดภัยพิบัติ; เมืองยืดหยุ่น

Abstract

Population and urban planning have long been intrinsically linked; human settlements inherently drive infrastructure and utility development. However, absent appropriate planning, regulatory control, and spatial configuration, cities face rapid, haphazard sprawl, compounding environmental degradation and disaster vulnerability. The Sendai Agreement on disaster risk reduction emphasizes on the critical need to understand disaster risk. This article underscores the vital

importance of integrating geohazards into urban planning. It demonstrates how urban construction and deficient management exacerbate geological risks. Through international case studies and management approaches, this study explores urban planning measures designed for geohazard resilience and mitigation, focusing on three core strategies: 1) incorporating comprehensive land-use zoning that covers critical natural resources and environmental areas within master plans; 2) enforcing land-use regulations to control building density and bulk control; and 3) implementing zoning ordinances as proactive tools for sustainable geohazard prevention and mitigation.

Keyword: Geohazards; Urban planning; Disaster risk reduction; Urban resilience

1. ที่มาและความสำคัญ

การเกิดภัยพิบัติและความเป็นเมืองเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นและเกี่ยวเนื่องกันมาอย่างยาวนานตลอดการพัฒนาเมือง ด้วยประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นในเมืองมากกว่าในชนบท ความเสียหายในด้านเศรษฐกิจ ชีวิตและทรัพย์สินจึงมากกว่าในบริเวณชนบทหรือที่ไม่มีผู้อยู่อาศัย จำเป็นต้องสร้างความเข้าใจ และความตระหนักสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง จากกรอบการดำเนินงานเซนไดเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ พ.ศ. 2558 - 2573 (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030) เพื่อให้ประเทศสมาชิกเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการแก้ไขปัญหาลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับประเทศไทยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบในการร่วมการดำเนินการตามกรอบเซนไดหลายหน่วยงาน ในงานด้านผังเมืองมี กรมโยธาธิการและผังเมืองลงนามความร่วมมือเพื่อสนับสนุนการวางแผนและพัฒนาเชิงพื้นที่ โดยกรมโยธาธิการและผังเมืองมีภารกิจในการวางแผน ออกแบบ พัฒนาที่อยู่อาศัยและเมืองที่ยั่งยืน เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันและการปรับตัวของเมืองเพื่อลดความเสี่ยงภัยพิบัติ ซึ่งในการวางแผนผังเมืองรวมทุกระดับนั้น คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเสี่ยงด้านภัยพิบัติ เพื่อป้องกันความสูญเสียทางเศรษฐกิจ ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน เพื่อการนำไปสู่การวางแผนในการใช้ประโยชน์ที่ดิน และมีภูมิคุ้มกันรับมือภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจแก่ผู้อ่านในเรื่องของธรณีพิบัติภัยและการวางแผนผังเมืองว่ามีความสำคัญและเกี่ยวข้องกันอย่างไร ซึ่งธรณีพิบัติภัยเป็นพิบัติภัยธรรมชาติ ที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา เพื่อปรับสภาพพื้นผิวโลกให้อยู่ในสภาวะสมดุล เช่น ดินถล่ม ดินไหล หินร่วง รอยแยก หลุมยุบ แผ่นดินไหว สึนามิ และการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล ธรณีพิบัติภัยโดยส่วนมากจะเกิดขึ้นแบบฉับพลัน เป็นภัยที่ยากต่อการคาดการณ์ล่วงหน้า และมีความรุนแรง สร้างความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในหลายพื้นที่ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของประเทศ ซึ่งหากมีการประเมิน วิเคราะห์ คาดการณ์และเข้าใจธรณีพิบัติภัยที่จะเกิดขึ้นนั้น ทำให้ช่วยป้องกัน บรรเทา หรือฟื้นฟูผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ในทุกภาคส่วนควรมีความเข้าใจ ภัยพิบัติ และสภาพพื้นที่เพื่อจัดทำแผนในการพัฒนาเมืองอย่างเหมาะสม

2. ทฤษฎีและแนวความคิดด้านผังเมืองและภัยพิบัติ

2.1 ข้อตกลงเซนไดว่าด้วยการลดความเสี่ยงภัยพิบัติ (Sendai Agreement on disaster risk reduction) ข้อตกลงเซนไดเป็นกรอบความร่วมมือระหว่างประเทศต่าง ๆ ที่จักช่วยกันประสานความร่วมมือในทุกกระดับเพื่อลดความเสี่ยงภัยพิบัติ โดยหากพิจารณาสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานผังเมืองนั้นมีการกิจกรรม 4 ประการได้แก่ 1) การสร้างความเข้าใจเรื่องความเสี่ยงภัยพิบัติ 2) การเสริมสร้างธรรมาภิบาลใน 3) การบริหารจัดการความเสี่ยง การลงทุนกับการเตรียมรับและลดความเสี่ยงภัยพิบัติ และ 4) การสนับสนุนการเตรียมพร้อมรับภัยพิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ และ “บูรณาการพื้นที่ให้ดีกว่า” ทั้งการซ่อมแซมสร้างใหม่และกลับเข้าไปพำนักอาศัยได้โดยเร็วที่สุด โดยภารกิจเหล่านี้เปรียบเสมือนหลักการนำไปสู่เป็นยุทธศาสตร์ในการรับมือกับภัยพิบัติ โดยทั้งนี้บทความนี้จะมุ่งเน้นที่การสร้าง ความเข้าใจเกี่ยวกับภัยพิบัติภัย จำแนกภัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผังเมือง

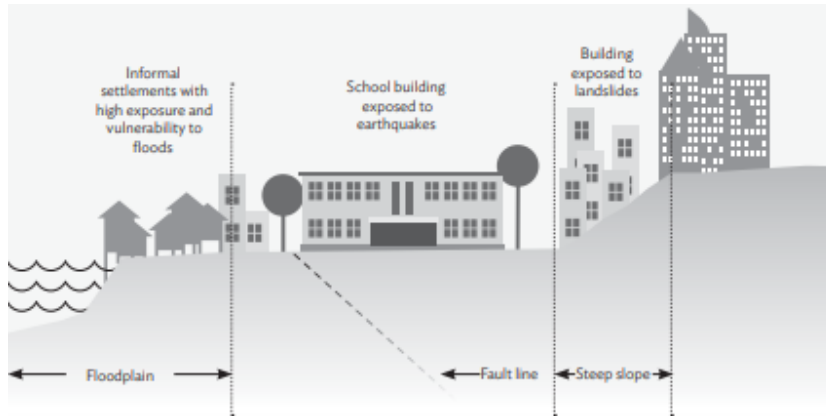
2.2 ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (Asian Development Bank / ADB) ในปี 2016 ได้ทำการเผยแพร่บทความเรื่อง Reducing Disaster Risk by Managing Urban Land Use โดยวางแนวทางและเสนอแนะเรื่องการบริหารการใช้ที่ดินควบคู่กับการบริหารความเสี่ยงโดยให้ความสำคัญ 4 ด้านได้แก่ 1) การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use planning) 2) การควบคุมการพัฒนา (Development control) 3) การพัฒนาพื้นที่สีเขียว (Greenfield development) 4) การฟื้นฟูเมือง (Urban redevelopment) องค์ประกอบทั้งสี่นี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้ ในการวางแผนเมืองเพื่อลดความเสี่ยงภัยพิบัติของเมือง โดยนำเรื่องการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นวาระที่สำคัญต่อการเข้าใจเรื่องเมืองและความเสี่ยงภัยพิบัติ ซึ่งความเสี่ยงภัยพิบัติแปรผันตามองค์ประกอบของเมือง 3 ด้าน คือ

(1) ที่ตั้งของเมือง เป็นตัวแปรของประเภทและระดับความเสี่ยงของภัยพิบัติ เช่น ตั้งอยู่บนพื้นที่แผ่นดินไหว หรือหลุมยุบ

(2) ประชากร อาคารบ้านเรือน สาธารณูปโภค สาธารณูปการ และกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่ตั้งอยู่ในเขตเมือง เป็นตัวแปรของระดับความเสียหายที่จะเกิดขึ้น หากเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยหนาแน่นและเป็นพื้นที่เศรษฐกิจความเสียหายที่เกิดขึ้นก็จะคิดเป็นมูลค่ามหาศาล

(3) ระดับของความเปราะบางของมนุษย์และทรัพย์สินต่อภัยพิบัติ (Level of vulnerability of those people and assets to hazards) เป็นตัวแปรที่ต้องทำการพิจารณาอย่างละเอียด เนื่องจากประชาชนในแต่ละพื้นที่มีความเปราะบางแตกต่างกันอย่างมาก ทั้งจากวัฒนธรรม เศรษฐกิจ และสังคม

รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบความเสี่ยงของภัยพิบัติของเมืองในแต่ละรูปแบบ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่แตกต่างกันจะประสบปัญหาภัยพิบัติที่แตกต่างกันมีการจัดการที่แตกต่างกันจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในบริบทของแต่ละพื้นที่



รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบความเสี่ยงภัยพิบัติของที่ตั้งเมือง

ที่มา: (Asian Development Bank, 2016)

2.3 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ในเป้าหมายที่ 11 ของการพัฒนาที่ยั่งยืนคือทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ มีความครอบคลุม ปลอดภัย ยืดหยุ่น ต่อการเปลี่ยนแปลง และยั่งยืน (Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable) เพื่อรองรับประชากรของโลกที่เพิ่มมากขึ้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาแหล่งที่อยู่อาศัยเพื่อรองรับประชากร จำเป็นต้องสร้างเมืองที่ทันสมัยและยั่งยืน โดยจำเป็นต้องมีการวางผังเมืองที่ทันสมัย สร้างเมืองที่ปลอดภัย ราคาไม่แพง และมีความยืดหยุ่น โดยมีเป้าหมาย 10 ข้อ โดยเป้าที่เกี่ยวกับการจัดการภัยพิบัติในเมืองได้แก่

เป้าหมายที่ 11.5 ลดผลกระทบจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ ภายในปี 2573 ลดจำนวนผู้เสียชีวิตและจำนวนผู้ได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ และลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจโดยตรงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศโลกที่เกิดจากภัยพิบัติอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ โดยมุ่งเน้นที่การปกป้องคนยากจนและผู้คนในสถานการณ์ที่เปราะบาง

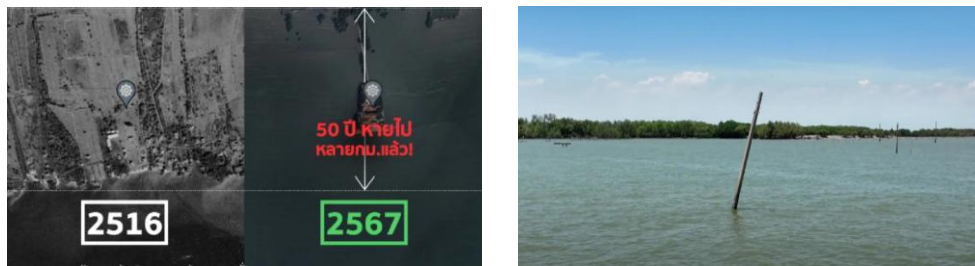
เป้าหมายที่ 11.9 ดำเนินนโยบายเพื่อการรวมกลุ่ม ประสิทธิภาพทรัพยากร และการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติภายในปี 2563 ให้เพิ่มจำนวนเมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยนโยบายและแผนบูรณาการมาใช้และดำเนินการในด้านการรวม การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การบรรเทาและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความสามารถในการฟื้นตัวจากภัยพิบัติ และพัฒนาและดำเนินการตามกรอบการทำงานเซนได ในการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติแบบองค์รวมในทุกระดับ

3. ลักษณะการเกิดธรณีพิบัติภัยที่ส่งผลกระทบต่อเมือง

3.1 การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง

ปัจจุบันชายฝั่งของประเทศไทยเป็นพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญอย่างมากในการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่ ทั้งในระดับครัวเรือนและในระดับมหภาค เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ท่าเรือขนส่ง พื้นที่เศรษฐกิจ รวมไปถึงถิ่นที่อยู่อาศัย แต่ในปัจจุบันหลาย ๆ พื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยทั้งอ่าวไทยและอันดามันกำลังประสบปัญหา

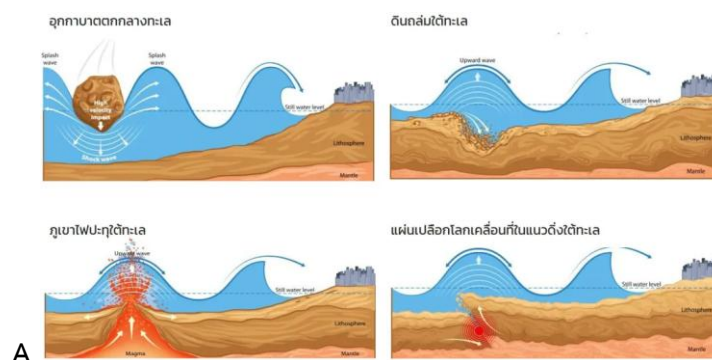
การกัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำทางธรรมชาติไม่ว่าจะเป็น กระแสน้ำชายฝั่ง ลมพายุมรสุม ประจำฤดูกาล หรือจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การสร้างกำแพงกันคลื่นรบกวนสมดุลตะกอนชายฝั่ง หรือ การสร้างเขื่อนทำให้ตะกอนในบริเวณปากแม่น้ำลดลง ซึ่งตัวอย่างบริเวณได้รับผลกระทบในประเทศไทย คือบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ มีปัญหาน้ำทะเลกัดเซาะรุนแรง มากที่สุดในประเทศไทย โดยมีลักษณะเป็นชายฝั่งดินเลน สภาพพื้นที่ชายฝั่งได้ถูกกัดเซาะหายไปประมาณ 11,104 ไร่ ในช่วง พ.ศ.2510-2548 และกำลังจะถูกกัดเซาะอีกประมาณ 37,657 ไร่ในอีก 20 ปีข้างหน้า (ธนวัฒน์, 2555) ซึ่งส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง



รูปที่ 2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของวัดขุนสมุทราชินตั้งแต่ พ.ศ. 2516-2567 และเสาไฟฟ้าบริเวณวัด
ที่มา: springnews.(2023). <https://www.springnews.co.th/keep-the-world/climate-change/852188>

3.2 สีนามิ

คลิ่นสีนามิ คือ คลิ่นทะเลที่เกิดจากเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพธรณีวิทยาใต้ทะเล เช่น แผ่นดินไหวในทะเลหรือมหาสมุทร การเคลื่อนตัวของดินหรือหินในทะเลจากแผ่นดินถล่ม การระเบิดของภูเขาไฟใต้ทะเล รวมถึงคลิ่นที่เกิดจากการตกลงมาของอุกกาบาตจากนอกโลก (Asteroid) ลงไปในทะเลหรือมหาสมุทร ซึ่งเหตุการณ์นี้ก่อให้เกิดคลิ่นขนาดใหญ่ซัดเข้าสู่ชายฝั่ง (รูปที่ 3A) โดยธรรมชาติของแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ที่ก่อให้เกิดสีนามิส่วนใหญ่จะมี คาบอุบัติซ้ำ (Return period) ยาวนานเป็นหลักร้อย ๆ ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมหาสมุทรอินเดียซึ่งแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวไม่ได้รุนแรงเหมือนกับฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก (สันติ, 2556) ที่เคยเกิดในประเทศไทยเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ในบริเวณฝั่งอันดามันของประเทศ ไทย จากการยกตัวของแผ่นเปลือกโลกในมหาสมุทรอินเดีย (รูปที่ 3B)



รูปที่ 3A สาเหตุการเกิดสึนามิหลัก ๆ

ที่มา: สันติ. (2556). <https://www.mitrearth.org/4-21-tsunami-in-gulf-of-thailand/>



B

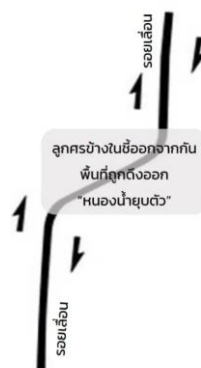
รูปที่ 3B ความเสียหายของโรงแรมที่พักบริเวณแหลมปะการัง จังหวัดพังงา
ที่มา: ฐานันท์. (2553).

3.3 แผ่นดินไหวผลการประเมินด้านสิ่งแวดล้อมจากการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต

แผ่นดินไหว จัดเป็นธรณีพิบัติภัยขนาดใหญ่ที่สร้างความเสียหายต่อเองมหาศาล หากรอยเลื่อนของแผ่นดินไหวนั้นพาดผ่านศูนย์กลางความเจริญของเมืองหรือเมืองอยู่ใกล้รัศมีอยู่แนวไหวสะเทือน ในอดีตยังไม่มีการศึกษาแผ่นดินไหวอย่างจริงจัง แนวรอยเลื่อน สภาพภูมิประเทศต่าง ๆ ซึ่งภูมิประเทศจากรอยเลื่อนนั้นก็ให้เกิดภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการตั้งถิ่นฐานดำรงชีวิตของประชาชนเช่นการเกิดหนองน้ำยุบตัว (Sag pond) ตัวอย่างเช่น แอ่งน้ำทางตอนใต้ของเมืองซานฟรานซิสโก ที่เป็นผลมาจากการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน San Andreas ดันเหตุที่ทำให้เมือง San Francisco พังเสียหายเมื่อ พ.ศ. 2449 (รูปที่ 4A) หรือตำนานเวียงหนองล่อง จังหวัดเชียงราย แม้แต่การตั้งถิ่นฐานบนตะกอนอ่อนของกรุงเทพมหานครที่ได้รับผลกระทบจากรอยเลื่อนสะกายประเทศพม่า ที่สร้างความเสียหายต่อเมือง เมื่อวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2568 ที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นไหวสะเทือน จากผลการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนสะกายซึ่งตั้งอยู่ประเทศเมียนมาส่งคลื่นแผ่นดินไหวสะเทือนผ่านชั้นดินอ่อนของกรุงเทพมหานคร (รูปที่ 4B)



A



รูปที่ 4A ภาพถ่ายจากดาวเทียม และรูปแบบของรอยเลื่อนที่ทำให้เกิดหนองน้ำยุบตัว
ที่มา: สันติ. (2563). <https://www.mitrearth.org/4-55-fault-geomorphology/>



รูปที่ 4B อาคารของสำนักงานตรวจเงินแผ่นดิน กรุงเทพมหานคร

ที่มา: Thai PBS. (2568) . <https://www.thaipbs.or.th/news/content/354531>

3.4 หลุมยุบ

หลุมยุบเป็น ปรากฏการณ์ที่เกิดจากพื้นดินทรุดตัวเกิดเป็นหลุมขนาดใหญ่ โดยกระบวนการเกิดหลุมยุบ นั้นมีได้หลากหลายปัจจัยได้แก่ มีโพรงหินปูนใต้ดินระดับตื้น เกิดบริเวณที่ราบใกล้กับภูเขาหินปูน เนื่องจาก หินปูนมีคุณสมบัติละลายน้ำในสภาพที่เป็นกรดได้ก่อให้เกิดโพรงตามแนวรอยเลื่อนหรือรอยแตก หรือชั้นทราย ถูกน้ำใต้ดินกัดเซาะ ในบริเวณที่มีตะกอนร่วนรองรับอยู่ ทำให้เกิดโพรงใต้ดินเมื่อมีสิ่งรบกวน เช่นการเปลี่ยนแปลง ของระดับน้ำใต้ดินเพื่อการอุปโภคบริโภค แรงสั่นสะเทือน หรือแรงกดทับจากด้านบนก่อให้เกิดการถล่มได้ และอีกแบบคือ มีเกลือหินอยู่ด้านใต้ (Salt dome) ซึ่งมักพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่มี ชั้นหินเกลือรองรับอยู่ด้านล่างซึ่งคุณสมบัติละลายน้ำก็ให้เกิดโพรงขนาดใหญ่ สร้างความเสียหายต่อชีวิตและ ทรัพย์สินได้ ที่เคยเกิดในเมือง Louisiana ประเทศสหรัฐอเมริกา (รูปที่ 5A) รวมไปถึงสันนิฐานของที่มาตำนาน ท้าวผาแดงและนางไอ่ เมืองหนองหานที่ถูกทำให้จมสู่เมืองบาดาล จังหวัดสกลนคร (รูปที่ 5B)



A

รูปที่ 5A ลักษณะโดมเกลือ และการเกิดหลุมยุบใน Louisiana

ที่มา: Louisiana State Exhibit Museum. (n.d.). <https://laexhibitmuseum.org/natural-history-displays/salt-dome-cutaway/>



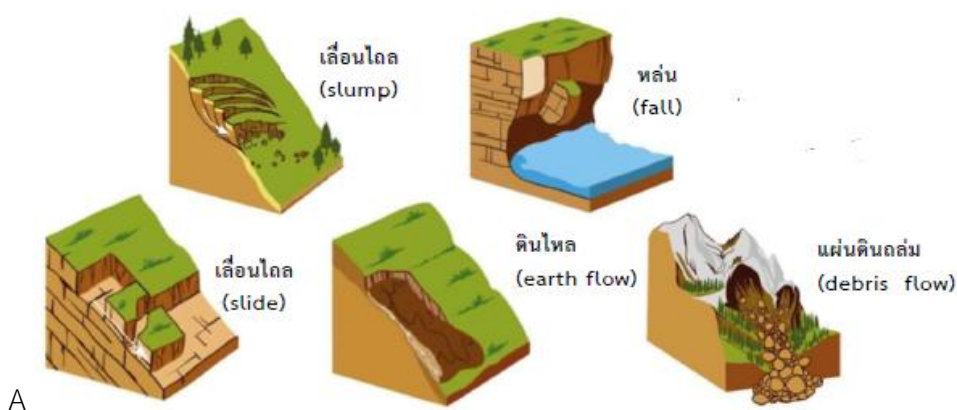
B

รูปที่ 5B ตำนานผาแดง-นางไอ่ พญานาคบุกทำลายเมืองหนองหานจนทรุดลง

ที่มา: ประตูลืออีสาน. <https://www.isangate.com/www/isan-provinces.html?view=article&id=544:padaeng-nang-ai&catid=32>

3.5 ดินถล่ม

ดินถล่มเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติหรือเกิดหรือสิ่งเร้าภายนอกจากกิจกรรมของมนุษย์ จากการขยายตัวของเมืองในการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยขาดเข้าใจและตระหนักในโครงสร้างทางธรณีวิทยา เช่น การตัดถนนบริเวณตีนเขาทำให้หน้าดินขาดเสถียรภาพ รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าเข้าสู่พื้นที่เมือง มีผลต่อการความรุนแรงของดินถล่มและความถี่ในการเกิดดินถล่ม ซึ่งรูปแบบการเกิดดินถล่มนั้นแบ่งประเภทตามลักษณะการเกิดและวัสดุมวลดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรณีวิทยา (รูปที่ 6) ประเทศไทยส่วนใหญ่ในบริเวณภาคตะวันตก และภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งลักษณะเป็นแนวเทือกเขาสูงของประเทศไทย ประกอบกับการตั้งชุมชนที่อยู่อาศัย และการทำเกษตรซึ่งหากไม่มีแผนการระบายน้ำ ที่เหมาะสม ก็เป็นหนึ่งในปัจจัยการถล่มได้



A

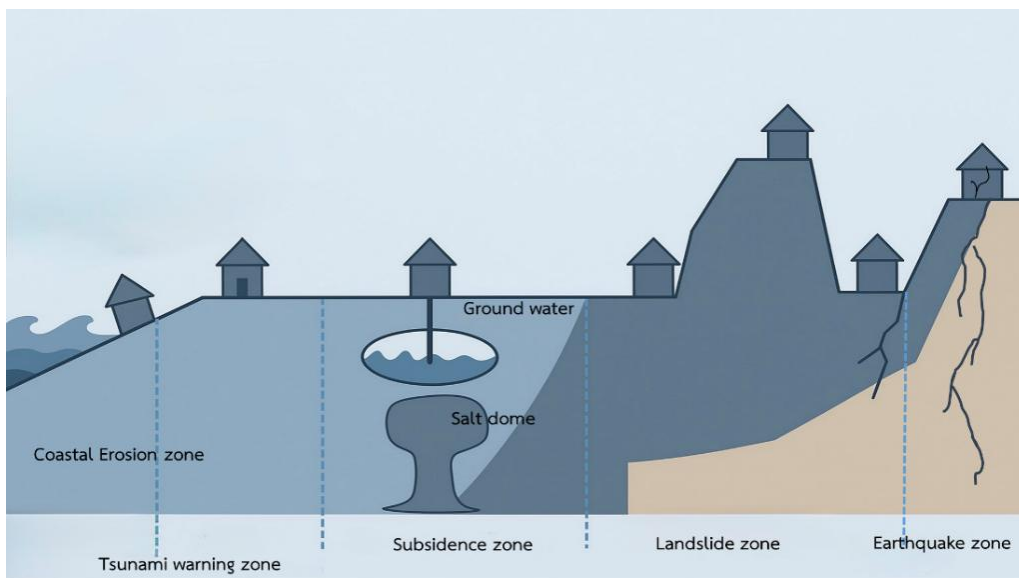
รูปที่ 6A รูปแบบการเกิดดินถล่มแต่ละประเภท



รูปที่ 6B การตัดไหล่เขาสร้างอาคารบ้านเรือน ตำบลแม่เจดีย์ อำเภอเวียงป่าเป้าจังหวัดเชียงราย
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี. (2567).

4. แนวทางการจัดการเพื่อรองรับธรณีพิบัติภัย

จากเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง สึนามิ แผ่นดินไหว หลุมยุบ และดินถล่ม เป็นการสร้างความเข้าใจในภัยพิบัติทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับเมือง พร้อมยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้ประชาชน ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมไปถึงผู้ที่สนใจ เข้าใจลักษณะทางกายภาพของเมืองตามแบบจำลองที่สรุปจำแนกภัยพิบัติทางธรณีวิทยา (รูปที่ 7) ซึ่งเป็นความยากลำบากของงานผังเมือง เพราะการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติ จะถูกคัดค้านจากประชาชน หรือกลุ่มนายทุนที่ต้องการพัฒนาพื้นที่ ที่ยังไม่ให้ความสำคัญกับพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติ จากรูปจะเห็นว่าในหลายๆปัจจัยสามารถถูกกระตุ้นได้มนุษย์ (Man-made Disaster) มากกว่าภัยพิบัติทางธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องสร้างความรู้ความเข้าใจโดยสามารถแบ่งเป็น 6 บริเวณดังนี้



รูปที่ 7 แบบจำลองจำแนกธรณีภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในเมือง

ที่มา: ผู้เรียบเรียงบทความ

พื้นที่การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง (Coastal erosion zone) จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินริมทะเล รุกล้ำป่าชายเลน การสร้างเขื่อนดักตะกอนชายฝั่ง ทำให้บริเวณชายฝั่งขาดสมดุลของตะกอนเร่งกระบวนการกัดเซาะชายฝั่ง

พื้นที่เฝ้าระวังสึนามิ (Tsunami warning zone) เป็นภัยพิบัติที่ไม่สามารถป้องกันได้ต้องอาศัยการเตรียมความพร้อมของพื้นที่ในการเฝ้าระวังในปัจจุบันการใช้ประโยชน์ริมชายฝั่งเพื่อผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจการท่องเที่ยว และการอยู่อาศัยอย่างหนาแน่นตลอดแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน มีการละเลยถึงแนวระยะถอยร่น และไม่ได้คำนึงถึงเส้นทางอพยพ จึงนำมาซึ่งความเสียหายมหาศาลต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

ทั้งสองบริเวณเป็นพื้นที่เมืองตามชายฝั่งทะเลที่มีความเสี่ยงภัยพิบัติคลื่นซัดชายฝั่ง (Storm surge) และภัยพิบัติสึนามิ (Tsunami) โดย Asian Development Bank: ADB (2016) ได้เสนอแนวคิดปรับแก้เมือง (Urban retrofit) นั้นหมายถึงการปรับแก้และรื้อถอนอาคาร (Retrofitting of Buildings) ที่เสี่ยงและเป็นอันตราย ทั้งโดยโครงสร้างของอาคารเอง และตำแหน่งที่ตั้งของอาคารที่อาจกระทบพื้นที่บริเวณนั้น แต่ทั้งนี้จะนำมาซึ่งความขัดแย้งจากภาคประชาชนเจ้าของพื้นที่ซึ่งควรใช้มาตรการกำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและระยะถอยร่น โดยปัจจุบันในหลายพื้นที่นิยมการพัฒนาโครงสร้างแข็ง (Hard structure) แต่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศชายฝั่งมากยิ่งขึ้น (Cooper และ McKenna, 2008)

พื้นที่เสี่ยงแผ่นดินไหว (Earthquake zone) เป็นอีกหนึ่งภัยพิบัติที่ไม่สามารถป้องกันได้ แต่สามารถเตรียมการและเตรียมรับมือได้ โดยต้องอาศัยความร่วมมือทางวิชาการและความเข้าใจของประชาชน ในการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่เสี่ยงภัยที่อาจเกิดแผ่นดินไหวได้ การตั้งอาคารให้ไปเป็นตามมาตรฐานทางวิศวกรรม และตามกฎหมาย พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 เป็นกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยของอาคาร โดยการควบคุมอาคารให้มั่นคงแข็งแรง ตามมาตรฐานทางวิศวกรรม Wabbels และ Bezzola (2021) ได้นำเสนอแนวทางการจัดการของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ที่ให้ความสำคัญกับการวางแผนเชิงพื้นที่โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินที่คำนึงถึงความเสี่ยงภัยทางธรรมชาติที่ต้องผ่านการวางแผนประสานกันระหว่างรัฐกับรัฐรวมถึงภาคเอกชน มีการบูรณาการร่วมกับภาคประชาชนในการตรวจสอบการขออนุญาตการก่อสร้างอาคารปรับปรุงมาตรการควบคุมอาคารทั้งก่อนเกิดเหตุ และหลังเกิดเหตุแผ่นดินไหว ซึ่งเป็นแบบการจัดการความเสี่ยงแบบบูรณาการ (Integrated Risk Management) ที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน

พื้นที่หลุมยุบ (Subsidence zone) เป็นภัยพิบัติที่สามารถป้องกันได้หากมีความเข้าใจในธรรมชาติหลักเสี่ยงการตั้งถิ่นที่อยู่อาศัย และประกอบกิจการในบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดหลุมยุบ เช่น ใกล้กับบริเวณมีหินโผล่ (Outcrop) ที่มีส่วนประกอบของแร่แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เช่น หินปูน (limestone) หรือบริเวณที่มี หินเกลือ (Halite) หรือแร่อื่น ๆ ที่สามารถละลายน้ำได้ แต่หากมีการประกอบกิจการในบริเวณดังกล่าวควรหลีกเลี่ยง กิจการที่มีการใช้น้ำใต้ดิน จากการศึกษาของ Intrieri และคณะ (2023) ในการจัดทำ

แผนที่ความเสี่ยงหลุมยุบของเมือง Camaiore ในประเทศอิตาลี ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องของช่องทางคือสภาพทางธรณีวิทยาที่มีหินโดโลไมต์ (Dolomite) และหินปูน การกัดเซาะจากกระบวนการน้ำบาดาลใต้ดินก่อให้เกิดโพรงขนาดใหญ่ และความเข้มข้นของ CO₂ ที่เร่งกระบวนการกัดเซาะ รวมถึงผลกระทบจากแผ่นดินไหวขนาด 4.8 เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 1995 ที่ห่างจากเมือง 50 กิโลเมตรก่อนการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดหลุมยุบ โดยงานศึกษาจัดระดับความสำคัญของเมืองและมาตรการการจัดการที่แตกต่างกันดังนี้

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลยุทธ์การจัดการเชิงนโยบาย
พื้นที่ย่านเศรษฐกิจมูลค่าสูง และพื้นที่ประวัติศาสตร์	มีมาตรการควบคุมพื้นที่ว่าง (Unbuilt) เพื่อลดระดับความเสี่ยงเสียหายของเมือง และระบบมอนิเตอร์ Real-time
พื้นที่เมืองหนาแน่นปานกลาง	มาตรการควบคุมความหนาแน่นและตรวจสอบโครงสร้างรายปี
เส้นทางคมนาคมหลัก (Main Roads)	ตรวจสอบวิศวกรรมทางหลวงด้วย Ground Penetrating Radar (GPR) สม่ำเสมอ
พื้นที่เกษตรกรรมถาวร (Permanent Crops)	อนุญาตให้ใช้งานภายใต้เงื่อนไขการติดตั้งระบบวัดระดับน้ำใต้ดิน
พื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมชาติ	กำหนดให้เป็นเขตกันชน (Buffer Zone) และพื้นที่รับแรงกระแทก

พื้นที่ดินถล่ม (Landslide zone) หากมีความเข้าใจในธรรมชาติสภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ควรหลีกเลี่ยงการตั้งถิ่นที่อยู่อาศัยในบริเวณทางลาดเชิงเขา ตัดหน้าดินสัมพันธ์กับแนวการวางตัวของชั้นหิน (Bedding) การทำการเกษตรที่ส่งผลหน้าดิน รวมถึงมีการแผ้วถางพื้นที่มีน้ำป่าไหลหลาก จากการนำเสนอของ Asian Disaster Preparedness Center. (2020) ได้นำเสนอแนวคิด Nature-based Solutions หรือ NbS เพื่อจัดการความเสี่ยงจากดินถล่มในประเทศศรีลังกา โดยประกอบด้วยสองแนวทางคือ แนวทางธรรมชาติ (Nbs) โดยมุ่งเน้นใช้พืชพรรณตามระบบนิเวศเพื่อสร้างความมั่นคงให้กับที่ลาดเชิงเขา เหมาะกับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำที่มีการอยู่อาศัยหนาแน่นน้อย และแนวทางผสมผสาน (Hybrid solution) เป็นการผสมผสานระบบนิเวศกับโครงสร้างทางวิศวกรรม เหมาะกับพื้นที่ที่มีการอยู่อาศัยสูง โดยแนวคิดของ Fell และคณะ (2005) สำหรับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง ควรจำกัดการพัฒนาอาคารให้เป็นพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นต่ำ พัฒนาเป็นที่โล่งเพื่อการนันทนาการ เช่น สนามกีฬา สวนสาธารณะ

5. มาตรการด้านการผังเมืองเพื่อรองรับธรณีพิบัติภัย

โดยในปัจจุบันพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2562 มีการกำหนดแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ ในการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อป้องกัน และจะช่วยบรรเทาผลกระทบจากธรณีภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่

5.1 การจัดทำแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทให้ครอบคลุมพื้นที่สำคัญด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสำคัญในผังเมืองรวม เพื่ออนุรักษ์ ป้องกัน และรักษาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยการจัดทำแผนผังแสดงแหล่งทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2562 ได้ระบุถึงพื้นที่ที่มีความสำคัญด้านทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งทรัพยากรน้ำ (แม่น้ำ คลอง ห้วย ร่อง เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ หนอง และบึง) แหล่งทรัพยากรป่าไม้ (ป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ป่าไม้ถาวรตามมติคณะรัฐมนตรี ป่าชายเลนตามมติคณะรัฐมนตรี พื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่ป่าพรุ) แหล่งทรัพยากรแร่ธาตุและแหล่งทรัพยากรดิน รวมถึงการกำหนด พื้นที่โล่งเพื่อรองรับภัยพิบัติ บรรเทาผลกระทบที่จะเกิดขึ้น เช่น



ที่ดินประเภทอนุรักษ์สภาพแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยว บริเวณที่ดินที่ต้องการเปิดโล่งเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมของการท่องเที่ยว



ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พื้นที่ว่างเพื่อสภาพแวดล้อมที่ดี มีอากาศบริสุทธิ์ เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ลดจากความแออัดในพื้นที่ชุมชนพื้นที่ดังกล่าวอาจมีลักษณะได้หลากหลาย ตั้งแต่เป็นสนามหญ้าโล่ง ๆ สวนหย่อม สวนสาธารณะ สนามกีฬา สวนป่าชุมชน



ที่ดินประเภทที่สงวนเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม บริเวณที่ดินในพื้นที่เขตสงวนรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พื้นที่ซึ่งต้องการรักษาระบบนิเวศของพืชและสัตว์



ที่ดินประเภทอนุรักษ์ป่าไม้ พื้นที่ป่าสงวนป่าอนุรักษ์ ป่าคุ้มครองตามกฎหมายอันเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร เช่น ป่าสงวนแห่งชาติ อุทยาน วนอุทยาน เป็นต้น



ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและพื้นที่ชุ่มน้ำ ได้แก่ พื้นที่ชุ่มน้ำ



ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ ทั้งที่เป็นโดยธรรมชาติ เช่น หนองบึง ทะเลสาบ ชายฝั่งทะเล และที่เป็นสิ่งที่พัฒนาขึ้น เช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อน

5.2 การกำหนดข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อควบคุมความหนาแน่นหรือมวลอาคาร (Density หรือ Bulk Control) เพื่อป้องกันและบรรเทาผลกระทบด้านภัยพิบัติ แผ่นดินไหว หลุมยุบ ดินถล่ม ที่อาจจะเกิดขึ้น โดยควบคุมความหนาแน่นหรือมวลอาคาร และยังช่วยควบคุมความหนาแน่นของประชากร (Population Density) ตามมาตรา 22 (5) (ข) ถึง (ฉ) พระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2562 โดยมีรายละเอียดการกำหนดดังนี้

- 1) ประเภท ชนิด ขนาด ความสูง และลักษณะของอาคาร (มาตรา 22 (5) (ข))
- 2) อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นของอาคารทุกหลังต่อพื้นที่แปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งอาคาร (Floor Area Ratio หรือ FAR) (มาตรา 22 (5) (ค))
- 3) ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดสัดส่วนพื้นที่ว่างตามมาตรา 22 (5) (ง) ระบุไว้ 2 ค่า ได้แก่

ข้อ 1 อัตราสวนพื้นที่อาคารปกคลุมดินต่อพื้นที่แปลงที่ดินที่ใช้เป็นที่ตั้งอาคาร หรืออัตราสวนพื้นที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมดินของแปลงที่ดินที่อาคารตั้งอยู่ต่อพื้นที่ใช้สอยรวมของอาคาร (Building Coverage Ratio หรือ BCR)

ข้อ 2 อัตราสวนพื้นที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมดินของแปลงที่ดินที่อาคารตั้งอยู่ต่อพื้นที่ใช้สอยรวมของอาคาร (Open Space Ratio หรือ OSR)

4) ระยะถอยร่นจากแนวธรรมชาติ ถนน แนวเขตที่ดิน อาคาร แหล่งทรัพยากรน้ำสาธารณะ และสถานที่อื่น ๆ ที่จำเป็น รวมทั้งพื้นที่แนวกั้นชนด้วย (มาตรา 22 (5) (จ))

(5) ขนาดของแปลงที่ดินที่จะอนุญาตให้ก่อสร้าง (มาตรา 22 (5) (ฉ))

5.3 ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการกำหนดสภาพบังคับของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทว่าสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการใด ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการใด ให้ปฏิบัติหรือไม่ให้ปฏิบัติในเรื่องอะไร และมีเงื่อนไขอย่างไร โดยมีโครงสร้างแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ข้อกำหนดให้ใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อห้ามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2) เงื่อนไขการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการกำหนดกิจการโรงงานตามประเภทและชนิดที่กำหนดให้ดำเนินการได้ตามบัญชีท้ายข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน

เช่นการควบคุมกิจการที่ส่งผลต่อเสถียรภาพของหน้าดิน ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และกิจการที่มีการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่เสี่ยงภัยสูง

และทั้งนี้ยังได้ให้ความสำคัญกับการรับฟังความคิดเห็นประชาชน ในการมีส่วนร่วมในการพัฒนาผังเมือง และมีการวิเคราะห์ทั้งทางด้าน ประชากร เศรษฐกิจ กายภาพ และสิ่งแวดล้อม นโยบายต่าง ๆ เพื่อประกอบการจัดทำผังเมือง ในการกำหนดพื้นที่ต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เมืองเติบโตอย่างไร้ทิศทาง ซึ่งอาจจะนำมาซึ่ง ความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนได้ แต่ทั้งนี้ไม่ควรควบคุมจนลิดรอนสิทธิของประชาชนในการประกอบการกิจการต่าง ๆ แต่ให้เป็นให้สอดคล้องกับสภาพบริบทของพื้นที่นั้น ๆ เพื่อป้องกันและบรรเทาผลกระทบทางธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงมีการจัดทำรายงานการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการณ์และสิ่งแวดล้อม เพื่อพิจารณาว่าผังเมืองที่บังคับใช้อยู่มีความเหมาะสมหรือไม่ โดยตัวชี้วัดด้านภัยพิบัติเป็นหนึ่งในเกณฑ์พิจารณา

6. สรุป

จากกรณีศึกษาที่ผ่านมาในอดีตชี้ว่าการวางผังเมืองควรสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน และมีการวิเคราะห์ด้านกายภาพธรณีวิทยา และสิ่งแวดล้อมอย่างละเอียด เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อเมือง การวางผังเมืองในอนาคตจึงต้องมุ่งเน้น “ความยืดหยุ่น” (Resilient Urban Planning) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการป้องกัน บรรเทา และฟื้นฟูเมืองจากธรณีพิบัติภัย โดยคำนึงถึงบริบทเฉพาะถิ่นที่แตกต่างกันทั้งด้าน

สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม แนวทางดังกล่าวควรได้รับการบูรณาการสู่แผนแม่บทระดับนโยบาย เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือภัยคุกคามในการกำหนดเขตควบคุม และมาตรฐานอาคารให้เหมาะสม ควบคู่กับการยืดหยุ่นเพื่อตอบสนองวิถีชีวิตของผู้อยู่อาศัย โดยหัวใจสำคัญคือการขับเคลื่อนผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนเพื่อร่วมกันสร้างสรรค์เมืองที่ปลอดภัยและเติบโตอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- Asian Development Bank. (2016). Reducing Disaster by Managing Urban Land Use: Guidance Notes for Planners. Metro Manila, the Philippines: Asian Development Bank.
- Asian Disaster Preparedness Center. (2020). Nature-based solutions (NbS) for landslide risk management. Bangkok, Thailand: Asian Disaster Preparedness Center.
- Cooper, J. A. G., & McKenna, J. (2008). Social justice in coastal erosion management: The temporal and spatial dimensions. *Geoforum*, 39(1), 294-306.
- Fell, R., Ho, K. K. S., Lacasse, S., & Leroi, E. (2005). A framework for landslide risk assessment and management. In O. Hungr, R. Fell, R. Couture, & E. Eberhardt (Eds.), *Landslide Risk Management* (pp. 3-25). London, UK: Taylor & Francis Group.
- Intrieri, E., Confuorto, P., Bianchini, S., Rivolta, C., Leva, D., Gregolon, S., Buchignani, V., & Fanti, R. (2023). Sinkhole risk mapping and early warning: The case of Camaione (Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(2), 651-667.
- IPCC. (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York, USA: Cambridge University Press.
- SDG Move. (2566, ตุลาคม 3). Goal 11: Sustainable Cities and Communities. [Website]. Retrieved from <https://www.sdgmove.com>
- United Nations. (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. New York, USA: United Nations.
- Wabbels, D., & Bezzola, G. R. (2021). Invited perspectives: "Small country, big challenges – Switzerland's hazard prevention research". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(9), 2931-2936.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2563). คู่มือลดผลกระทบธรณีภัยพิบัติ. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2567). คู่มือลดผลกระทบธรณีภัยพิบัติภัยแผ่นดินถล่ม 2567. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2566). มาตรฐานการวางและจัดทำผังเมืองรวม พ.ศ. 2566. กรุงเทพมหานครสำนักงานคณะกรรมการนโยบายการผังเมืองแห่งชาติ.
- ธงชัย วิจารณ์นนท์. (2560). เมืองและความเสี่ยงภัยพิบัติในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: บริษัท บริษัทพรอินเตอร์พรีนซ์ จำกัด.
- ธนวัฒน์ จารุพงศ์สกุล, และคณะ. (2555). “ชุมชนมูรจีน 49A2” ต้นแบบการแก้ไขปัญหาพื้นที่ทะเลกัดเซาะหาด โคลน.

กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

มนตรี ชูวงศ์. (2553). สึนามิในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

ศุภกร เทกมล, สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช, และ จุฑารัตน์ ชมพันธุ์. (2565). ลักษณะการกัดเซาะชายฝั่งหน้าผา และแนวทางการจัดการ: กรณีศึกษา บ้านฝั่งแดง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน, 18(2), 26-43.

สันติ ภัยหลบลี้. (2562, เมษายน 21). ขยี้ 4 โอกาส (อันน้อยนิด) สึนามิขึ้นฝั่งอ่าวไทย. [Website]. สืบค้นจาก <https://www.mitrearth.org/4-21-tsunami-in-gulf-of-thailand/>

สันติ ภัยหลบลี้. (2563, พฤษภาคม 21). ภูมิประเทศบ่งชี้ “รอยเลื่อน”. [Website]. สืบค้นจาก <https://www.mitrearth.org/4-55-fault-geomorphology/>

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2565). พจนานุกรมศัพท์ผังเมือง ฉบับราชบัณฑิตยสภา. กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.