

บทที่ 2

ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ที่ได้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ และการดำเนินศึกษา มีดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

2.1.1 ประวัติ ขนาด และที่ตั้งของเทศบาลนครเชียงใหม่

เทศบาลนครเชียงใหม่ เดิมเป็นสุขาภิบาลเมืองเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2458 ขึ้นตรงต่อมณฑลพายัพ ต่อมาเมื่อมีการปกครองในระบอบประชาธิปไตย ในปี พ.ศ. 2475 สภาผู้แทนราษฎรจึงมีมติสมควรจัดตั้งชุมชนซึ่งส่วนใหญ่เป็นสุขาภิบาลให้มีฐานะเป็นเทศบาล

เทศบาลนครเชียงใหม่ได้รับฐานะจากสุขาภิบาลเมืองเชียงใหม่ขึ้นเป็น “เทศบาลนครเชียงใหม่” ในปี พ.ศ. 2478 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 52 ตอนที่ 80 ลงวันที่ 29 มีนาคม 2478 มีพื้นที่รับผิดชอบ 17.50 ตารางกิโลเมตร มีอำนาจหน้าที่ตามบทบัญญัติในพระราชบัญญัติจัดระเบียบเทศบาล พ.ศ.2476 ทุกประการนับเป็นเทศบาลนครแห่งแรกในประเทศไทย

สำนักงานเทศบาลนครเชียงใหม่ ตั้งอยู่ที่เลขที่ 1 ถนนวังสิงห์คำ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ บริเวณบนฝั่งแม่น้ำปิงด้านทิศตะวันตก ทำพิธีเปิดอาคารแรก เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2498 ก่อนสร้างในที่ดินของเทศบาล มีพื้นที่ 7 ไร่ 3 งาน 26 ตารางวาและอีกส่วนหนึ่งเป็น ที่ดิน ราชพัสดุซึ่งยกให้อยู่ในความ ควบคุมดูแลรับผิดชอบของเทศบาล พื้นที่ 2 ไร่ 17 ตารางวารวมพื้นที่ทั้งหมดเป็น 9 ไร่ 3 งาน 43 ตารางวา ณ ตำบลป่าตัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ในสมัยจอมพล ป. พิบูลสงคราม เป็นนายกรัฐมนตรี มีพลเรือโทหลวง สุนาวัน วิวัฒ เป็นรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยและ มินายวรการ บัญชา เป็นนายกเทศมนตรีคนแรก และหลวงจมา ชานีเขตเป็นปลัดเทศบาลคนแรก



รูป 2 สำนักงานเทศบาลนครเชียงใหม่

ต่อมาเทศบาลนครเชียงใหม่มีความเจริญของตัวเมืองมากขึ้น มีชุมชนหนาแน่น และขยายตัวโดยรอบ ในปี พ.ศ. 2526 จึงได้มีพระราช กฤษฎีกาขยายเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2526 มีพื้นที่รับผิดชอบ 40,216 ตารางกิโลเมตร ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษเล่มที่ 100 ตอนที่ 53 ลงวันที่ 5 เมษายน 2526 ครอบคลุมพื้นที่ 14 ตำบล ได้แก่ ตำบลหายยา ตำบลช้างม้อย ตำบลศรีภูมิ ตำบลวัดเกต ตำบลช้างคลาน ตำบลพระสิงห์ ตำบลสุเทพ บางส่วน ตำบลป่าแดดบางส่วน ตำบลฟ้าฮ่าม ตำบลหนองป่าคลั่งบางส่วน ตำบลท่าศาลาบางส่วน ตำบลป่าตัน ตำบลหนองหอยบางส่วน และตำบลช้างเผือกบางส่วน และนอกจากที่กล่าวมาข้างต้นนี้แล้ว เทศบาลนครเชียงใหม่ยังมีหน้าที่และความรับผิดชอบครอบคลุม แขวงอีก 4 แขวง ได้แก่ แขวงนครพิงค์ แขวงกาวิละ แขวงเมืงรายและแขวงศรีวิชัย โดยแบ่งพื้นที่ตามแขวงได้ดังนี้

แขวงนครพิงค์	มีพื้นที่ 11.7 ตารางกิโลเมตร
แขวงกาวิละ	มีพื้นที่ 11.4 ตารางกิโลเมตร
แขวงเมืงราย	มีพื้นที่ 7.7 ตารางกิโลเมตร
แขวงศรีวิชัย	มีพื้นที่ 9.2 ตารางกิโลเมตร



รูป 3 การแบ่งเขตการปกครองของเทศบาลนครเชียงใหม่

(<http://www.cmcity.go.th>)

2.1.2 อาณาเขต

ชุมชนเมืองเชียงใหม่ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำปิงตอนกลางเชิงดอยสุเทพ มีแม่น้ำปิงไหลผ่านใจกลางเมืองในแนวเหนือ - ใต้ ชุมชนดั้งเดิมหรือบริเวณเมืองเก่าตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำปิง ต่อมาเมื่อชุมชนได้พัฒนาให้มีความเจริญขึ้น โดยมีการขยายตัวข้ามแม่น้ำปิงมาทางฝั่งตะวันออก และภายหลังจากที่ได้มีการตัดถนนล้อมเมือง ชุมชนได้พัฒนาออกไปหลายทิศทางตามเส้นทางคมนาคม และโครงข่ายสาธารณูปโภค ธุรกิจการพัฒนาดินและที่พักอาศัยได้ขยายตัวเป็นอย่างมาก สภาพที่แท้จริงของชุมชนเมืองเชียงใหม่ในปัจจุบันไม่ได้คงอยู่แต่เฉพาะในเขตเทศบาลเท่านั้น แต่ได้ขยายออกไปตามบริเวณชานเมืองและชนบทโดยรอบ เทศบาลนครเชียงใหม่มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับอำเภอเมือง ตำบลสันผีเสื้อ และอำเภอแม่วิม
ทิศใต้	ติดต่อกับตำบลหนองหอย และตำบลป่าแดด
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับตำบลหนองป่าครั่ง และตำบลฟ้าฮ่ามบางส่วน
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับอุทยานแห่งชาติ ป่าดอยสุเทพ อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่

(<http://www.cmcity.go.th>)

2.1.3 ข้อมูลประชากรในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

จำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ และจำนวนครัวเรือนตามทะเบียนราษฎร พ.ศ. 2540 – 2549 แสดงดังตาราง 1 และยังเป็นตัวชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนบ้านในเขตเทศบาลอีกด้วย

ตาราง 1 แสดงจำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

พ.ศ.	ชาย	หญิง	รวม	+ / - (%)	จำนวนบ้าน	+ / - (%)
2540	91,043	98,852	189,895	+ 4.57	63,240	+ 1.99
2541	82,125	89,010	171,135	- 9.88	65,104	+ 2.95
2542	81,836	89,252	171,088	- 0.03	65,564	+ 0.71
2543	81,847	89,865	171,712	+ 0.37	66,399	+ 1.27
2544	82,525	91,331	173,856	+ 1.25	67,178	+ 1.17
2545	74,819	84,584	159,403	- 8.31	67,809	+ 0.94
2546	74,401	84,305	158,706	- 0.44	69,073	+ 1.83
2547	78,835	87,937	166,772	+ 5.08	68,053	- 1.48
2548	70,403	80,608	151,011	- 9.45	69,253	+ 1.76
2549	70,063	79,896	149,959	- 0.70	69,512	+ 0.37

ที่มา : งานทะเบียนราษฎร สำนักงานเทศบาลนครเชียงใหม่ (ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549)

จำนวนตัวเลขประชากรดังกล่าวมานี้ เป็นจำนวนตัวเลขของประชากรที่มีหลักฐานทางทะเบียนราษฎรอยู่ในเขตเทศบาลเท่านั้น ยังมีประชากรอีกจำนวนหนึ่งที่เดินทางเข้ามาประกอบอาชีพ นักเรียน นักศึกษา และนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามายังเทศบาลนครเชียงใหม่ในแต่ละวัน กลุ่มประชากรจำนวนนี้เป็นส่วนที่ไม่ทราบจำนวนแน่ชัด (ประชากรแฝง) ซึ่งเป็นประชากรที่เข้ามาใช้บริการสาธารณะด้านต่าง ๆ ภายในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่เป็นอย่างมาก จึงนับเป็นกลุ่มประชากรที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเมือง

(<http://www.cmcity.go.th>)

2.1.4 รายได้และรายจ่ายของประชากรในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

จากการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2547 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า รายได้โดยเฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือนในจังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนทั้งสิ้น 12,586 บาท เพิ่มขึ้นจากปี 2545 ร้อยละ 31.4 และรายจ่ายโดยเฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือนในจังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนทั้งสิ้น 11,121 บาท เพิ่มขึ้นจากปี 2545 ร้อยละ 31.4 โดยมีรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงสถานการณ์แรงงานจังหวัดเชียงใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2549

รายการ	2539	2540	2543	2545	2547
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน (บาท)	9,806	10,349	9,243	9,582	12,586
เปลี่ยนแปลง (%)	+26.4	+5.5	-10.7	+3.7	+31.4
รายจ่ายเฉลี่ยต่อเดือน (บาท)	9,040	8,600	7,477	8,465	11,121
เปลี่ยนแปลง (%)	+24.1	-4.9	-13.1	+13.2	+31.4

ที่มา : การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ

(<http://www.cmcity.go.th>)

2.1.5 ลักษณะพิเศษของเทศบาลนครเชียงใหม่

จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีอายุเก่าแก่มากกว่า 700 ปี เป็นเมืองท่องเที่ยวที่มีโบราณสถาน โบราณวัตถุที่เก่าแก่ มีแหล่งสถานที่ท่องเที่ยวมากมายไม่ว่าจะเป็นวัด เจดีย์ พระพุทธรูป อุทยานแห่งชาติ และขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรมที่ไม่เหมือนที่ใด ๆ ซึ่งส่งผลให้ในแต่ละปีจะมีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศเดินทางมายังจังหวัดเชียงใหม่มากถึง 2,371,704 คน/ปี (<http://chiangmai.nso.go.th/>, สำนักงานสถิติจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2546) ในอนาคตเมื่อมีการบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อที่จัดการกับภัยพิบัติต่าง ๆ ก็จะเป็นการเพิ่มความมั่นใจให้กับนักท่องเที่ยวในเรื่องของความปลอดภัยในชีวิต อันจะส่งผลให้มีนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปีหากการบริหารจัดการความเสี่ยงนั้นได้รับการประชาสัมพันธ์ที่ดีพอ และอีกประเด็นคือจะเป็นการเตรียมการรับกับความเสียหายจากภัยพิบัติต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นกับโบราณสถาน โบราณวัตถุ หรือสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ มากมาย



รูป 4 ช่วงประตูท่าแพ โบราณสถานและแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดเชียงใหม่



รูป 5 ประเพณีสงกรานต์ จ.เชียงใหม่ (www.moohin.com)

2.2 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

2.2.1 ประวัติความเป็นมาของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การนำแผนที่มาใช้ในการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ เทคโนโลยีการสัมผัสระยะไกล (Remote Sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการศึกษา และการวิเคราะห์ เป็นสิ่งที่ได้ทำมานานแล้ว สถาปนิกทางด้านทัศนียภาพชาวอเมริกันได้ใช้แผนที่กระดาษในลักษณะที่ซ้อนทับกันบนโต๊ะที่มีแสงไฟส่องขึ้นมาในงานการแสดงผลงานของเขาชื่อ Design with Nature ซึ่งการกระทำเช่นนี้มีผู้เปรียบว่าคล้ายกับการเล่นกีฬาโยมมาสติกบนโต๊ะ (Light Table Gymnastics) การใช้ประโยชน์จากแผนที่ในลักษณะนี้จะมีความยากลำบาก

ประมาณปี พ.ศ.2503 (Campbell, Ian Masser et al. 1996.) ได้เริ่มมีการประยุกต์เอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ หน่วยงาน LUNRI (The Land Use and Natural Resources Inventory) แห่งมลรัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา และหน่วยงาน CGIS (The Canadian Geographic Information System) ในประเทศแคนาดาเป็นสองหน่วยงานแรกที่ได้นำเทคโนโลยี GIS มาใช้ โดยเน้นการนำภาพถ่ายทางอากาศมาใช้ร่วมกับแผนที่ต่าง ๆ เพื่อจัดทำคลังข้อมูลทางด้านทรัพยากร ข้อมูลเชิงพื้นที่ต่าง ๆ ที่ถูกจัดเก็บไว้ใน GIS ได้แก่ ข้อมูลทางด้านการเกษตร ข้อมูลเกี่ยวกับดิน ข้อมูล ป่าไม้ ข้อมูลเกี่ยวกับชีวิตสัตว์ป่า และข้อมูลทางธรณีวิทยา

เทคโนโลยี GIS ได้รับความสนใจ และได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดี โดยที่มลรัฐนิวยอร์กให้ความสนับสนุนหน่วยงาน LUNRI สำหรับหน่วยงาน GIS นั้นก็ได้รับความช่วยเหลือจากรัฐบาลแคนาดา เทคโนโลยี GIS ได้รับการพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปี พ.ศ. 2504 เทคโนโลยี GIS สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตามยังคงประสบปัญหา คือ อุปกรณ์และเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในช่วงระยะเวลานั้น ยังไม่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะนำทางใช้ร่วมกับ GIS ไม่ว่าทางด้านประสิทธิภาพหรือราคาที่สูงมาก ปัญหาดังกล่าวเป็นส่วนที่กระตุ้นให้มีการปรับปรุงระบบ และอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นแบบอย่างในการพัฒนาเทคโนโลยี GIS ในระยะเวลาดังมา

ในปี พ.ศ.2513 หลาย ๆ หน่วยงานได้มีการร่วมมือกันในการที่จะพัฒนาและเริ่มขายระบบต่าง ๆ ในการทำแผนที่ และการวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์ ทุกวันนี้ผู้นำทั้ง 2 บริษัทในด้านการเป็นผู้พัฒนา GIS Software ได้เดินไปในทางเดียวกัน ถึงแม้ว่าจะเน้นความสำคัญในด้านที่แตกต่างกันของเทคโนโลยี การร่วมมือกันใน Intergraph ของ Huntsville ในรัฐ Alabama ได้มุ่งประเด็นไปที่ประสิทธิภาพข้อมูลที่น่าสนใจ และการเก็บรวบรวมข้อมูลของ GIS พอ ๆ กับการเตรียมการในการจัดทำแผนที่บนคอมพิวเตอร์ ส่วนสถาบันวิจัยระบบสิ่งแวดล้อม (Environmental Systems Research Institute, ESRI) ของ Redlands รัฐ California ได้มุ่งเน้นไปที่การจัดทำ “Tool Kit” ของคำสั่งในคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล GIS ทั้ง 2 บริษัทได้ทำการตรวจสอบความสามารถในแต่ละลำดับมากกว่า 1 ปี มาแล้ว

ครั้งแรกมีเพียงกลุ่มองค์กรใหญ่ ๆ ในคณะรัฐบาลเท่านั้นที่นำไปใช้ประโยชน์ และการร่วมมือกันสามารถทำให้มี GIS ได้เนื่องจากว่ามีค่าใช้จ่ายต่าง ๆ GIS ทำหน้าที่บน Mainframe and Minicomputer ซึ่งราคาของ GIS ก็เหมือนกับตัวอื่น ๆ ที่ใช้ทำงานอยู่ซึ่งมีสนนราคาอยู่ที่ 100,000 ดอลลาร์ ประกอบด้วยทางด้าน Hardware, Software รวมทั้งการฝึกอบรมด้วย อย่างไรก็ตามการคิดลดการค่า GIS ก็ยังมีอยู่ทั่วไป ในปี พ.ศ.2523 เป็นประเพณีตยสาร หนังสืออ้างอิง และบทความตีพิมพ์ GIS Software มีการพัฒนาตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้ราคาลดต่ำลง จนทำให้เกิดศักยภาพกับผู้ใช้เป็นอย่างดี ผลผลิตของ GIS ได้เป็นที่แพร่หลายในตลาดการค้าโลก มากกว่า 2.5 พันล้านดอลลาร์ต่อปี และในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยี GIS มาประยุกต์ใช้กับระบบงานด้านต่าง ๆ เช่น ระบบงานการวางแผนการจัดเก็บภาษี ระบบงานการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสม ระบบงานวิจัยด้านประชากรศาสตร์ ระบบงานวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

สำหรับในประเทศไทยเองก็มีการใช้งาน GIS หลายหน่วยงาน เช่น กรมแผนที่ทหาร องค์กรการโทรศัพท์ การไฟฟ้าฯ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ กระทรวงสาธารณสุข มหาวิทยาลัยต่าง ๆ รวมถึงหน่วยงานเอกชนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีการเรียนการสอนในสาขาวิชา GIS ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในประเทศอีกด้วย

2.2.2 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) หมายถึงซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟิกที่มีความสามารถในการเก็บข้อมูลด้านแผนที่ หรือข้อมูลในลักษณะที่เป็นภาพต่าง ๆ เช่น ภาพดาวเทียม (Satellite Images) ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photographs) เป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์ดังกล่าว นี้สามารถนำเข้าข้อมูลแผนที่หรือข้อมูลภาพต่างๆ ของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ซึ่งข้อมูลแต่ละด้านจะถูกจัดเก็บไว้ในโปรแกรมในลักษณะของข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Layer) หรือการซ้อนทับข้อมูล (Overlays) หรือชั้นข้อมูล (Coverages) แล้วสามารถนำเอาข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ประมวลผลร่วมกัน เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับข้อมูลในด้านต่าง ๆ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2544)

ฉะนั้นแล้วสรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ หรือจะกล่าวอย่างง่าย ๆ ก็ได้ว่าเป็นการจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่งเส้นรุ้งเส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลายจะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาได้ ใช้เป็นชุดของเครื่องมือที่มีความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล รักษาข้อมูล และการค้นคืนข้อมูลเพื่อจัดเตรียมและปรับแต่งข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้ายถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปล และสื่อความหมาย นำไปใช้งานได้ง่าย

GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทาง และพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (Graphic) แผนที่ (Map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อม ๆ กัน เช่น สามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันท้า – ควันทาได้ โดยการระบุชื่อจุดตรวจหรือในทางตรงกันข้ามสามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของจุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา

ซึ่งจะ ต่างจาก MIS ที่แสดงภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูล ที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียวแต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือ ค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูล เชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้ โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ

สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อม ได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

2.2.3 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เนื่องจากลักษณะข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความซับซ้อนโดยตัวของตัวเอง การประมวลผลข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงมักนิยมใช้เครื่องสมรรถนะสูง (High Speed Computer) มาใช้เป็นหลักทำให้สามารถจำแนกองค์ประกอบของระบบสารสนเทศออกได้เป็น 5 ระบบใหญ่ๆ ดังแสดงรูป 6 ได้แก่

1. ระบบฮาร์ดแวร์ (Hardwares) ได้แก่ ระบบสมองกลและอุปกรณ์ช่วย (Computers & Peripherals) อาทิ หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยสำรองข้อมูล หน่วยป้อนข้อมูล และหน่วยแสดงผล เป็นต้น

2. ระบบซอฟต์แวร์ (Softwares) ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่จำเป็นต้องได้รับการติดตั้งบนระบบฮาร์ดแวร์ เพื่อให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถทำงานได้ตามที่ได้รับการออกแบบไว้ โปรแกรมหลักที่จำเป็น ได้แก่ โปรแกรมระบบ เช่น โปรแกรม WINDOW, UNIX เป็นต้น โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น โปรแกรม ARC/INFO โปรแกรม PAMAP โปรแกรม INTERGRAPH นอกจากนี้ยังอาจมีโปรแกรมช่วยงานต่าง ๆ (Utilities) เช่น โปรแกรมช่วยจัดการหน่วยความจำ โปรแกรมเอดิเตอร์ (Editor) อีกด้วย

3. ระบบข้อมูล (Data) แหล่งข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 รูปถ่ายทางอากาศ (Aerial Photographs) หรือ ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Imagery) นอกเหนือจากข้อมูลเชิงพื้นที่แล้ว ระบบสารสนเทศยังต้องการข้อมูลเชิงบรรยายซึ่งขยายความด้านรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ ตัวอย่างของข้อมูลเชิงบรรยายได้แก่ ชื่อของหมู่บ้าน จำนวนครัวเรือน จำนวนประชากรชายหญิง เป็นต้น แหล่งที่มาของข้อมูลเชิงบรรยายอาจได้มาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือได้มาจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม (Field Data Collection) ก็ได้ ข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกบันทึกเก็บในลักษณะของบันทึก (Record) โดยแต่ละบันทึกจะถูกแบ่งย่อยออกเป็นช่องสนาม (Field) ช่องสนามแต่ละช่องอาจถูกกำหนดให้บันทึกข้อมูลที่เป็นตัวอักษร (Alphabetic) หรือข้อมูลที่เป็นตัวเลข (Numeric) ก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม

4. บุคลากร(People ware) ได้แก่ บุคคลที่มีความรู้พื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ และทางด้านภูมิศาสตร์มาอย่างดี สามารถวิเคราะห์ และออกแบบแผนที่ และแผนที่ที่เป็นผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ เพื่อแสดงผลได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานว่าด้วยวิชาการออกแบบแผนที่ (Cartography) บุคลากรสำหรับงานสารสนเทศภูมิศาสตร์ ยังสามารถจำแนกตามภารกิจของการปฏิบัติงานและโดยลักษณะของงาน เช่น พนักงานภาคสนาม พนักงานเตรียมข้อมูล และต้นร่าง พนักงานป้อนข้อมูล พนักงานวิเคราะห์ข้อมูล และพนักงานออกแบบแผนที่ เป็นต้น

5. วิธีการการใช้งาน (Methodology) GIS ที่ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับแผนงาน ออกแบบการกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อให้งานเป็นไปตามขั้นตอน มีความเชื่อถือได้ และกฎทางธุรกิจที่ดีซึ่งรูปแบบ และการปฏิบัติจะแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของงานแต่ละอย่าง



รูป 6 แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จากรูป 6 องค์ประกอบที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ เป็นการยากที่จะระบุว่าองค์ประกอบใดเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดเพราะระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จ และมีประสิทธิภาพจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบทั้ง 5 จึงจะเป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สมบูรณ์ ภารกิจที่นำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้จึงจะประสบความสำเร็จตามเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้

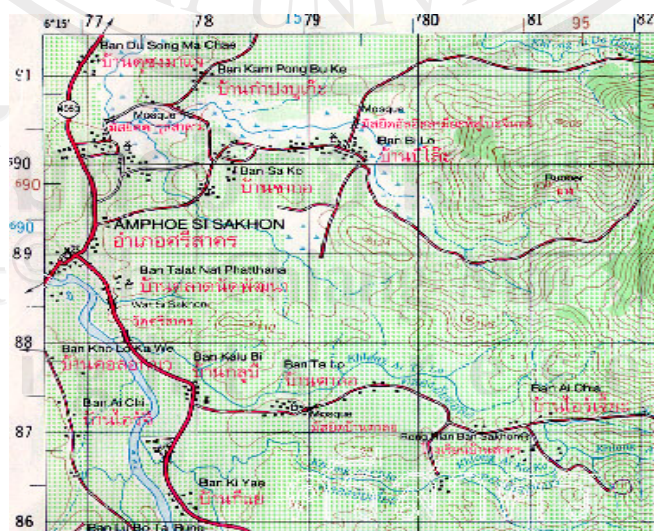
2.2.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถแบ่งได้ 5 ขั้นตอน คือ

1. การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Capture) เป็นขั้นตอนสำรวจข้อมูลต่าง ๆ และการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลด้านการใช้ที่ดิน การคมนาคม ลำมะโน ประชากร เป็นต้น

2. การเก็บบันทึกและเรียกค้นข้อมูล (Data Storage and Retrieval) ข้อมูลที่จะเข้าสู่ระบบ GIS จะต้องมัลักษณะเป็นตัวเลข ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงข้อมูลแผนที่ซึ่งอยู่ในรูปข้อมูลภาพ หรือรายงานเอกสาร (Analog) ให้เป็นข้อมูลตัวเลขของคอมพิวเตอร์ (Digital) ในขั้นตอนนี้สามารถที่จะทำการเก็บบันทึกได้หลายวิธี เช่น ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Digitizer หรือใช้วิธีอ่านข้อมูลด้วย Scanner นอกจากนี้ยังสามารถนำเข้าข้อมูลตัวเลขจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลดาวเทียม ข้อมูลจากรายงานเอกสารต่าง ๆ ตามรูปแบบที่ระบบ GIS ในแต่ละระบบที่จะรับได้เข้าสู่ระบบได้โดยตรง ขั้นตอนนี้ นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่างานนั้นมีประสิทธิภาพมากเพียงใดและมีโอกาสจะประสบผลสำเร็จมากน้อยเท่าใดด้วย ประเภทของข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบ GIS มีดังนี้ คือ

- ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่ระบุตำแหน่งพิกัดที่ตั้ง ข้อมูลประเภทนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งเพราะ GIS เป็นระบบข้อมูลที่ต้องการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ (Geo-Referenced) ดังรูป 7 ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ แผนที่ต่างแสดง



รูป 7 แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่

- ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non-Spatial Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่าง ๆ แต่ยังคงจะต้องเกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้น ๆ (Associated Attributes) ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ ข้อมูลประชากร

คุณสมบัติของการใส่ข้อมูลเข้าสู่ระบบ GIS ครอบคลุม 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้คือ

- 1) ป้อนข้อมูลเชิงพื้นที่สู่ระบบโดยวิธีแปลงเป็นข้อมูลตัวเลข ด้วยวิธีการ Digitize หรือ Scan เข้าไปซึ่งจะทำให้โดยการกำหนดจุดค่าที่พิคตทางภูมิศาสตร์ (Ground Control Point) ตาม Projection ต่าง ๆ ที่มีอยู่ส่วนมากมักจะใช้ค่า Latitude, Longitude และระบบ UTM
- 2) ใส่ข้อมูลเชิงบรรยายสู่ระบบ โดยวิธีการสร้างตารางความสัมพันธ์ (Attribute Table)
- 3) เชื่อมข้อมูลทั้งสองประเภทข้างต้นเข้าด้วยกันด้วยระบบ GIS ซึ่งในแต่ละระบบอาจมีวิธีการจัดการกับข้อมูลในแต่ละขั้นตอนต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์ที่ใช้ เช่น SPANS ARC/INFO, ILWIS และ INTERGRAPH เป็นต้น ต่างก็เป็นซอฟต์แวร์ที่เอื้ออำนวยให้สามารถสร้างแผนที่วิเคราะห์แสดง และจัดการกับข้อมูลแผนที่ได้ ซึ่งในแต่ละโปรแกรมต่างก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) คือการนำเอาข้อมูลแผนที่ต่าง ๆ ที่เก็บไว้ในระบบมาทำการประมวลผล ด้วยวิธีการซ้อนทับ (Overlay) และการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลบรรยายเพื่อทำการวิเคราะห์ หรือกำหนดวางแผนการจัดการกับพื้นที่นั้น ๆ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ตามที่ต้องการ เช่น การวิเคราะห์เกี่ยวกับการพังทลายของดิน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่ดิน, องค์ประกอบในการกัดกร่อนดิน, เส้นชั้นระดับความสูง, แผนที่การใช้ที่ดิน ข้อมูลจากดาวเทียมรวมทั้งข้อมูลน้ำฝนในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพิ่มข้อมูลแต่ละเพิ่มจะถูกประมวลผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วถูกนำซ้อนกันซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็คือคำตอบที่ ผู้ใช้ GIS ต้องการ

4. การวิเคราะห์/ประมวลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Operation on Data) ที่สำคัญ ได้แก่ การแสดงผล (Display) ในรูปแบบที่ การค้นหา (Query) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Map Analysis) แบบจำลองที่ตั้ง/ทำเล (Location / Allocation Model)

5. การแสดงผลข้อมูล (Data Display) ในการเรียกค้นข้อมูลหรือผลการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ GIS สามารถแสดงผลออกมาได้ในลักษณะของแผนที่ หรือตารางแสดงผลข้อมูลออกมาได้ทั้งในจอคอมพิวเตอร์ หรือจะพิมพ์ออกมาเป็นภาพจัดทำเป็นรายการต่าง ๆ ได้ จะทำได้หลากหลายและสวยงามเพียงใดขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์ที่ระบบ GIS นั้น ๆ ใช้รวมทั้งความสามารถของผู้ใช้ด้วยข้อเด่นของ GIS ในการแสดงผล คือ ความสามารถสร้างภาพที่เหมือนจริง (Visualization) เป็นวิธีการที่สร้างภาพให้เหมือนจริง หรือเสมือนมองเห็นได้ในสภาพจริง ทำให้ผลลัพธ์ออกมาในลักษณะที่สื่อความหมายได้ง่าย เช่น ภาพมุมมองสามมิติ การใช้ระบบมัลติมีเดีย (Multimedia) ช่วยเสริมในระบบ GIS สามารถที่จะทำการแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลได้ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าไปรวมหรือซ่อนข้อมูลแผนที่ ปรับปรุงข้อมูล เรียกค้นข้อมูลที่มีลักษณะตามต้องการได้รายงานเกี่ยวกับข้อมูลแผนที่ และตารางพื้นที่ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการแสดงผลข้อมูลของระบบ GIS ได้มากขึ้น

2.2.5 ประเภทของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถจำแนกออกเป็นประเภทตามลักษณะการจัดเก็บข้อมูลได้เป็น 2 ประเภท คือ

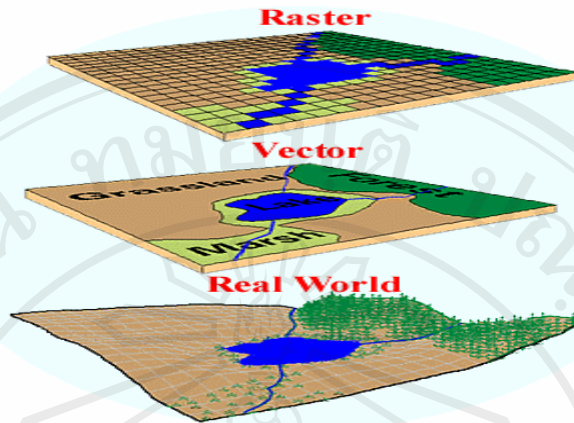
2.2.5.1 ระบบสารสนเทศแบบเชิงเส้น (Vector GIS) ในระบบ Vector GIS จะแสดงตำแหน่งข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ

2.2.5.1.1 จุด (Point) ใช้แสดงตัวแทนของสิ่งต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์ที่มีขนาดเล็ก เช่น ตำแหน่งของบ่อน้ำใต้ดิน ที่ตั้งเมือง ที่ตั้งโครงการ เป็นต้น

2.2.5.1.2 เส้น (Line) ใช้แสดงสิ่งที่ไม่สามารถแทนได้ด้วยรูปหลายเหลี่ยม เช่น แม่น้ำ ถนน เป็นต้น

2.2.5.1.3 เส้นขอบเขต (Regions, Polygon) ใช้แสดงพื้นที่หรือขอบเขต เช่น ขอบเขตจังหวัด พื้นที่น้ำท่วมของอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

ข้อมูลเชิงพื้นที่ถูกจัดเก็บในลักษณะของเชิงเส้นที่มีโครงสร้างในการกำกับก่อนหลัง ซ้าย - ขวา โดยการใช้เส้นและจุดเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการจัดเก็บเชิงพื้นที่ โครงสร้างของแฟ้มข้อมูล GIS ในระบบนี้ จะประกอบด้วยเครื่องหมายประจำตัว (ID) ตำแหน่งพิกัด X, Y และตัวชี้ลำดับก่อน - หลัง หรือ ซ้าย - ขวา ของข้อมูลข้างเคียง โครงสร้างของข้อมูลระบบนี้จะใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยแต่การปรับปรุงแก้ไขจะทำได้ยากและไม่สะดวกเท่าที่ควร ตัวอย่างของ GIS ระบบนี้ได้แก่โปรแกรม PC Arc/Info เป็นต้น ดังรูป 8

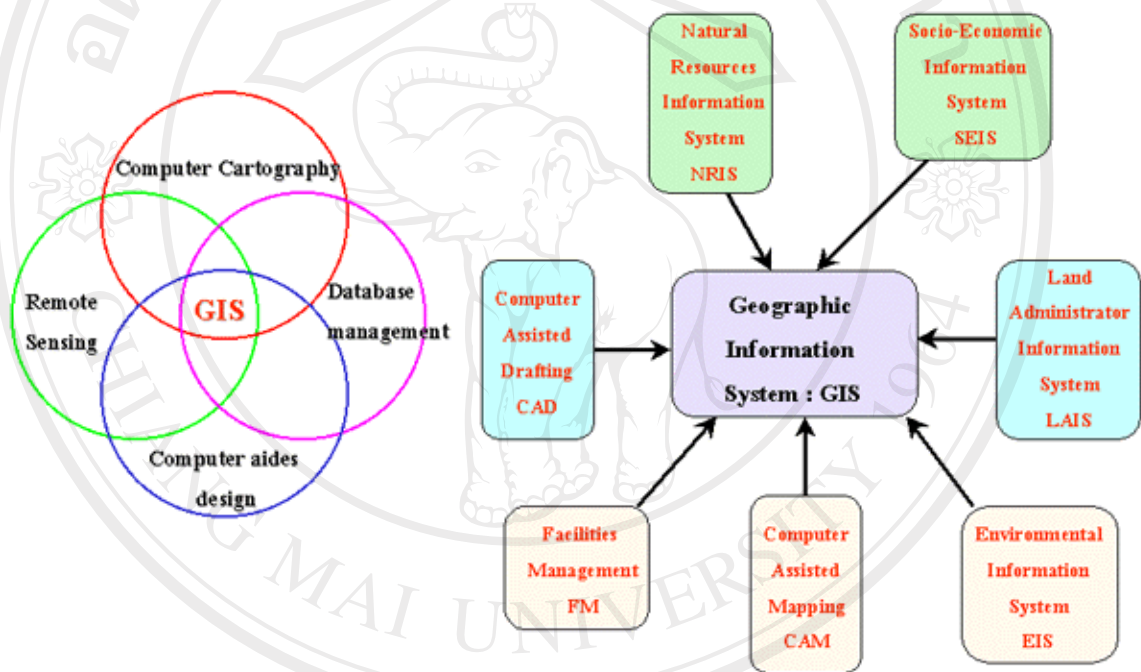


รูป 8 แสดงระบบสารสนเทศแบบเชิงเส้น (Vector) และเชิงตารางกริด (Raster)

2.2.5.2 ระบบสารสนเทศเชิงตารางกริด (Raster GIS) ระบบสารสนเทศที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะตารางกริดนี้จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นตารางกริดที่มีรูปเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ จำนวนมาก โดยในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ เหล่านี้มีศัพท์เรียกเฉพาะว่าหน่วยภาพย่อย (Picture Element) หรือนิยมเรียกย่อ ๆ ว่า Pixel โดยที่แต่ละ Pixel จะเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของข้อมูล ถ้าข้อมูลที่มีความละเอียดสูง ขนาดของ Pixel ก็จะมีขนาดเล็ก แต่ถ้าข้อมูลที่ใช้ในงานสารสนเทศค่อนข้างหยาบ ขนาดของ Pixel จะมีขนาดใหญ่ ข้อดีของระบบข้อมูลแบบ Raster นี้ก็คือ ภายหลังจากการจัดเก็บแล้วสามารถแก้ไขข้อมูลได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ แต่ข้อเสียของข้อมูลระบบนี้ก็คือ ต้องการเพิ่มข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อการจัดเก็บหน่วยภาพย่อยทั้งหมดในพื้นที่ ตัวอย่างของข้อมูลในระบบ Raster ได้แก่ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม และตัวอย่างของ GIS ที่ใช้ระบบนี้ในการจัดเก็บข้อมูล ได้แก่ โปรแกรม SPANS, INTERGRAPH เป็นต้น

2.2.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

GIS ได้นำเอาเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อการจัดการวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ สาขาวิชาการที่เกี่ยวข้องโดยตรงได้แก่ การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer - Aid Design) การจัดการระบบฐานข้อมูล (Database Management) และการทำแผนที่โดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Cartography) ดังภาพ นอกจากนี้ การนำเอา GIS ไปใช้ในสาขางานต่าง ๆ อาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน ดังรูป 9



รูป 9 แสดงการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับงานต่าง ๆ

GIS ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในสาขาหรือหน่วยงานด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวางที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น

- การอนุรักษ์และจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management, Conservation) การจัดการทางพืชและสัตว์ในดิน (Flora and Fauna) สัตว์ป่า (Wild Life) อุทยานแห่งชาติ (National Park) การควบคุมและติดตามมลภาวะ (Pollution Control and Monitoring) และแบบจำลองด้านนิเวศวิทยา (Ecological Modeling)

- การจัดการด้านทรัพยากร/การเกษตร (Resources Management / Agriculture) การจัดการระบบชลประทาน การพัฒนาและจัดการที่ดินเพื่อการเกษตร การอนุรักษ์ดิน และน้ำ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ป่าไม้ และการทำไม้ ฯ
- การวางแผนด้านสาธารณภัย (Disaster Planning) การบรรเทาสาธารณภัย การติดตามการปนเปื้อนของสารพิษ และแบบจำลองผลกระทบอุทกภัย (Modeling Flood Impacts)
- ด้านผังเมือง (Urban GIS) การวางแผนผังเมือง การวิเคราะห์ด้านอาชญากรรม ที่ดินและภาษีที่ดิน ระบบการระบายน้ำเสีย โครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย
- การจัดการสาธารณูปโภค (Facilities Management) การจัดการด้านไฟฟ้า ประปา ท่อส่งก๊าซ หน่วยดับเพลิง ระบบจราจร และโทรคมนาคม
- การวิเคราะห์ด้านตลาด (Marketing Analysis) การหาทำเลที่เหมาะสมในการขยายสาขา สำนักงาน

2.3 ทฤษฎีการเกิดแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหว เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดจากการเคลื่อนตัวโดยฉับพลันของเปลือกโลก ส่วนใหญ่แผ่นดินไหวมักเกิดตรงบริเวณขอบของแผ่นเปลือกโลกเป็นแนวแผ่นดินไหวของโลก การเคลื่อนตัวดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากชั้นหินหลอมละลายที่อยู่ภายใต้เปลือกโลกได้รับพลังงานความร้อนจากแกนโลก และลอยตัวผลักดันให้เปลือกโลกตอนบนตลอดเวลา ทำให้เปลือกโลกแต่ละชั้นมีการเคลื่อนที่ในทิศทางต่าง ๆ กันพร้อมกับสะสมพลังงานไว้ภายในบริเวณขอบของชั้นเปลือกโลกจึงเป็นส่วนที่ชนกันเสียดสีกันหรือแยกจากกัน หากบริเวณขอบของชั้นเปลือกโลกใด ๆ ไม่ผ่านหรืออยู่ใกล้กับประเทศใดประเทศนั้น ก็จะมีความเสี่ยงต่อภัยแผ่นดินไหวสูง เช่น ประเทศญี่ปุ่น ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศอินโดนีเซีย นิวซีแลนด์ เป็นต้น นอกจากนั้นพลังที่สะสมในเปลือกโลกถูกส่งผ่านไปยังเปลือกโลกพื้นของทวีปตรงบริเวณรอยร้าวของหินใต้พื้นโลก หรือที่เรียกว่า “รอยเลื่อน” เมื่อระนาบ รอยร้าวที่ประกบกันอยู่ได้รับแรงอัดมาก ๆ ก็จะทำให้รอยเลื่อนมีการเคลื่อนตัวอย่างฉับพลันเกิดเป็น แผ่นดินไหวเช่นเดียวกัน

(www.student.nu.ac.th/Angwara_edu/lesson2.html, 2550)

แผ่นดินไหวก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงต่อชีวิต และทรัพย์สินของมนุษย์ได้เป็นบริเวณกว้างไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม สิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเผชิญภัยแผ่นดินไหว คือการเตรียมพร้อมที่ดี ควรมีมาตรการหรือจัดทำแผนในการป้องกัน และบรรเทาภัยแผ่นดินไหวทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว รอยเลื่อนต่าง ๆ ให้ความรู้ และข้อควรปฏิบัติเมื่อเกิดแผ่นดินไหวต่อประชาชน ให้มีการแบ่งเขตแผ่นดินไหวตามความเหมาะสมของความเสี่ยงภัย ออกกฎหมายให้อาคารสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ สามารถรับแรงแผ่นดินไหวตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่เสี่ยงภัย มีการวางแผนการจัดการที่ดี หากเกิดความเสียหายร้ายแรงหลังการเกิดแผ่นดินไหว เป็นต้น

2.3.1 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว มาจากสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ

- 1) การกระทำของมนุษย์ ทั้งจากทางตรง และทางอ้อม เช่นการระเบิดต่าง ๆ การทำเหมืองแร่ การสร้างอ่างเก็บน้ำใกล้รอยเลื่อน การทำงานของเครื่องจักรกล การจราจร เป็นต้น
- 2) การเกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ การเคลื่อนตัวของเปลือกโลกโดยฉับพลัน ตามแนวขอบของแผ่นเปลือกโลกหรือตามแนวรอยเลื่อน การระเบิดของภูเขาไฟ การยุบตัวของโพรงใต้ดิน แผ่นดินถล่ม อุบัติการณ์ขนาดใหญ่ตก เป็นต้น

2.3.2 การจำแนกประเภทของแผ่นดินไหว จำแนกตามลักษณะต่างๆ ได้ 3 ชนิด

- 1) จำแนกตามสาเหตุการเกิดภายในโลก (Mode Generation) มี 4 แบบ คือ
 - แผ่นดินไหวเนื่องจากแผ่นเปลือกโลก (Tectonic Earthquakes)
 - แผ่นดินไหวเนื่องจากภูเขาไฟ (Volcanic Earthquakes)
 - แผ่นดินไหวเนื่องจากการถล่ม (Collapse Earthquakes)
 - แผ่นดินไหวเนื่องจากการระเบิด (Explosion Earthquakes) โดยมนุษย์ เช่น ระเบิดนิวเคลียร์ใต้ดินหรือการระเบิดอื่น ๆ
- 2) จำแนกตามลักษณะแหล่งที่เกิด มี 2 แบบคือ
 - แบ่งตามความลึกจุดเกิดแผ่นดินไหว (Focal Depth) มี 3 ระดับคือ
 - แผ่นดินไหวตื้น (Shallow Earthquakes) ลึก 0 - 70 กิโลเมตร
 - แผ่นดินไหวลึกปานกลาง (Intermediate Earthquakes) ลึก 70-300 กิโลเมตร
 - แผ่นดินไหวลึก (Deep Earthquakes) ลึก 300-700 กิโลเมตร

- แบ่งตามระยะทางห่างจุดเกิดแผ่นดินไหว (Epicenter Distance) มี 3 ระยะคือ
 - แผ่นดินไหวใกล้ (Local Earthquakes) ห่างจากสถานีตรวจ 0-100 กิโลเมตร
 - แผ่นดินไหวไกล (Distant Earthquakes) ห่างจากสถานีตรวจ 100-1,000 กิโลเมตร
 - แผ่นดินไหวไกลมาก (Teleseism) ห่างจากสถานีตรวจมากกว่า 1,000 กิโลเมตร

3) แบ่งตามขนาด (Magnitude) มี 5 ขนาดคือ

- แผ่นดินไหวขนาดเล็กมาก (Micro Earthquakes) มีขนาด 2.0-3.4 ริกเตอร์ (Richter)
- แผ่นดินไหวขนาดเล็ก (Small Earthquakes) มีขนาด 3.5-4.8 ริกเตอร์
- แผ่นดินไหวขนาดปานกลาง (Minor or Moderate Earthquakes) มีขนาด 4.9-6.1 ริกเตอร์
- แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ (Major Earthquakes) มีขนาด 6.2-7.3 ริกเตอร์
- แผ่นดินไหวขนาดใหญ่มาก (Great Earthquakes) มีขนาดมากกว่า 7.3 ริกเตอร์

2.3.3 มาตรวัดขนาดและความรุนแรงของแผ่นดินไหว

นักธรณีวิทยาประมาณว่า ทุกวันจะมีเหตุการณ์แผ่นดินไหวเกิดขึ้นบนโลกนับ 1,000 ครั้ง แต่คนส่วนมากจะรู้สึก เพราะมันสั้น และแผ่วเบาจนเกินไป เมื่อเหตุผลเป็นเช่นนั้น ก็หมายความว่า 50% ของคลื่นแผ่นดินไหวอาจจะมีคนตรวจรับได้ แต่อีก 50% ที่เหลือที่เกิดในบริเวณที่ไม่มีคนอาศัยก็จะไม่มีใครรู้สึกอะไรเลย

ขนาด (Magnitude) เป็นปริมาณที่มีความสัมพันธ์กับพลังงานที่พื้นโลกปลดปล่อยออกมาในรูปของการสั่นสะเทือน คำนวณได้จากการตรวจวัดค่าความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้ด้วยเครื่องมือตรวจแผ่นดินไหว โดยเป็นค่าปริมาณที่บ่งชี้ขนาด ณ บริเวณศูนย์กลางแผ่นดินไหว มีหน่วยเป็น “ริกเตอร์”

ในปี พ.ศ. 2178 ริคเตอร์ (C.F. Richter) ได้เสนอมาตรการระบุความรุนแรงของภัยแผ่นดินไหวที่ผู้คนทั่วไปรู้จักกันจนทุกวันนี้ โดยริคเตอร์ได้แบ่งสเกลความรุนแรงออกหลายระดับ เช่น ระดับ 2 แสดงว่า ดัง และเป็นภัยได้มากเท่าๆ กับเหตุการณ์ฟ้าผ่า ระดับ 4 แสดงว่า มีความเสียหายเล็กน้อย เกิดขึ้น ระดับ 6 คือรุนแรงเทียบเท่าการระเบิดของลูกกระเบิดประมาณที่สหรัฐอเมริกาทิ้งลงฮิโรชิมา และระดับ 8.5 คือ ระดับโลกแตก ซึ่งได้แยกรายละเอียด แสดงดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 แสดงระดับความรุนแรงตามมาตราริคเตอร์

มาตราริคเตอร์ ขนาด	ความสัมพันธ์ของขนาดโดยประมาณกับความสั่นสะเทือนใกล้ศูนย์กลาง
1-2.9	เกิดการสั่นไหวเล็กน้อย ผู้คนเริ่มมีความรู้สึกถึงการสั่นไหว บางครั้งรู้สึกเวียนศีรษะ
3-3.9	เกิดการสั่นไหวเล็กน้อย ผู้คนที่อยู่ในอาคารรู้สึกเหมือนรถไฟวิ่งผ่าน
4-4.9	เกิดการสั่นไหวปานกลาง ผู้ที่อาศัยอยู่ทั้งภายในอาคาร และนอกอาคาร รู้สึกถึงการ สั่นสะเทือน วัตถุห้อยแขวนแกว่งไกว
5-5.9	เกิดการสั่นไหวรุนแรงเป็นบริเวณกว้าง เครื่องเรือน และวัตถุมีการเคลื่อนที่
6-6.9	เกิดการสั่นไหวรุนแรงมาก อาคารเริ่มเสียหาย พังทลาย
7.0 ขึ้นไป	เกิดการสั่นไหวร้ายแรง อาคาร สิ่งก่อสร้างมีความเสียหายอย่างมาก แผ่นดินแยก วัตถุที่อยู่บนพื้นถูกเหวี่ยงกระเด็น

ความรุนแรงแผ่นดินไหว (Intensity) แสดงถึงความรุนแรงของเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้น วัดได้จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ขณะเกิด และหลังเกิดแผ่นดินไหว เช่น ความรู้สึกของผู้คน ลักษณะที่วัตถุ หรืออาคารเสียหายหรือสภาพภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลง เป็นต้น ในกรณีของประเทศไทยใช้มาตราเมอร์คัลลีสำหรับเปรียบเทียบอันดับ ซึ่งมีทั้งหมด 12 อันดับ เรียงลำดับความรุนแรงแผ่นดินไหวจากน้อยไปมาก แสดงดังตาราง 4 ดังนี้

ลิขสิทธิ์ © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4 แสดงระดับความรุนแรงตามมาตราเมอร์คัลลี

มาตราเมอร์คัลลี อันดับที่	ลักษณะความรุนแรงโดยเปรียบเทียบ
I (1)	เป็นอันดับที่อ่อนมาก ตรวจวัดโดยเครื่องมือ
II(2)	พอรู้สึกได้สำหรับผู้ที่ยืนนิ่ง ๆ ในอาคารสูง ๆ
III(3)	พอรู้สึกได้สำหรับผู้ในบ้าน แต่คนส่วนใหญ่ยังไม่รู้สึก
IV(4)	ผู้ในบ้านรู้สึกว่ของในบ้านสั่นไหว
V(5)	รู้สึกเกือบทุกคน ของในบ้านเริ่มแกว่งไกว
VI(6)	รู้สึกได้กับทุกคนของหนักในบ้านเริ่มเคลื่อนไหว
VII(7)	ทุกคนต่างตกใจ สิ่งก่อสร้างเริ่มปรากฏความเสียหาย
VIII(8)	เสียหายค่อนข้างมากในอาคารธรรมดา
IX(9)	สิ่งก่อสร้างที่ออกแบบไว้อย่างดี เสียหายมาก
X(10)	อาคารพัง รางรถไฟบิดงอ
XI(11)	อาคารสิ่งก่อสร้างพังทลายเกือบทั้งหมด ผิวโลกปูดนูนและเลื่อนเป็นคลื่นบนพื้นดินอ่อน
XII(12)	ทำลายหมดทุกอย่าง มองเห็นเป็นคลื่นบนแผ่นดิน

ทั้งนี้ เครื่องมือสำหรับวัดการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว เรียกว่า “ไซสโมกราฟ” (Seismograph) แต่ในปัจจุบันใช้ทั้งระบบเครือข่ายสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวในระดับแต่ละประเทศ และเครือข่ายในระดับโลก เพื่อการวิเคราะห์ตำแหน่ง ขนาด และเวลาเกิดของเหตุการณ์แผ่นดินไหวได้อย่างรวดเร็ว

2.4 ความเสียหายจากภัยแผ่นดินไหว

เหตุการณ์แผ่นดินไหวก่อให้เกิดความเสียหายในวงกว้าง ตั้งแต่การสูญเสียในระดับบุคคล ครอบครัว สังคม องค์กร และเศรษฐกิจ โดยไม่มีข้อสงสัยที่จะสามารถกล่าวได้ว่า ความสูญเสียที่รุนแรงที่สุดคือ การสูญเสียซึ่งชีวิตมนุษย์ ดังนั้น วัตถุประสงค์หลักที่จะทำการลดภัยจากแผ่นดินไหวจึงมุ่งเน้นที่จะช่วยเหลือชีวิตคนในการป้องกันภัยจากแผ่นดินไหว การดำเนินการเพื่อเสริมความแข็งแกร่ง (Strengthening) ของอาคารก่อนที่จะเกิดความสูญเสียต่าง ๆ (Disasters) พบว่ามีค่าใช้จ่ายน้อยกว่ามากเทียบกับการฟื้นฟูหลังจากเกิดการสูญเสีย (Radius, 1998) อย่างไรก็ตาม ยังคงพบเห็นความเสียหายอย่างใหญ่หลวงบนโลกมนุษย์จากภัยพิบัติ ดังกล่าว

2.4.1 สถิติการบาดเจ็บล้มตายของคนบนโลกด้วยภัยแผ่นดินไหว

จากการจัดอันดับสถิติการเกิดแผ่นดินไหว (Andrew C., Robin S., Earthquake Protection, 2002) และสถิติความเสียหายจากการเกิดแผ่นดินไหวในเรื่องของจำนวนของผู้เสียชีวิตในเหตุการณ์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1900 ถึงปี 2000 ในประเทศต่าง ๆ มีลำดับดังตาราง 5

ตาราง 5 การจัดอันดับสถิติการเสียชีวิตจากการเกิดแผ่นดินไหวของโลก

Rank	Country	No. of fatal Earthquakes in 20 th Century	Total Fatalities	No. of Earthquakes killing more than 1,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 10,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 100,000 peoples
1	China	170	619,488	21	7	2
2	Japan	84	169,525	10	1	1
3	Italy	45	128,031	6	2	
4	Iran	89	121,513	16	4	
5	Turkey	111	99,391	17	2	
6	Peru	62	76,016	3	1	
7	(former) USSR	44	75,813	8	3	
8	Pakistan	14	65,984	2	1	
9	Indonesia	66	43,992	5	2	
10	Chile	35	36,332	4	1	

ตาราง 5 การจัดอันดับสถิติการเสียชีวิตจากการเกิดแผ่นดินไหวของโลก (ต่อ)

Rank	Country	No. of fatal Earthquakes in 20 th Century	Total Fatalities	No. of Earthquakes killing more than 1,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 10,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 100,000 peoples
11	India	21	33,329	3	3	
12	Venezuela	16	30,795	1	1	
13	Guatemala	16	25,345	2	1	
14	Afghanistan	15	23,312	4	1	
15	Mexico	48	17,625	3		
16	Nicaragua	4	13,718	3	1	
17	Morocco	2	12,013	1	1	
18	Nepal	3	11,853	1	1	
19	Taiwan	50	11,424	4		
20	Philippines	25	11,206	2		
21	Ecuador	22	9,303	4		
22	Greece	50	6,629	2		
23	Argentina	10	5,589	1		
24	Algeria	22	5,339	2		
25	Yemen	3	4,300	2		
26	El Salvador	10	4,197	2		
27	Colombia	33	3,734	1		
28	Costa Rica	9	2,599	1		
29	Romania	3	2,578	2		

ตาราง 5 การจัดอันดับสถิติการเสียชีวิตจากการเกิดแผ่นดินไหวของโลก (ต่อ)

Rank	Country	No. of fatal Earthquakes in 20 th Century	Total Fatalities	No. of Earthquakes killing more than 1,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 10,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 100,000 peoples
30	Papua New Guinea	8	2,329	1		
31	Yugoslavia	16	2,008	1		
32	Russia (since 1990)	1	1,989	1		
33	USA	78	1,430			
34	Jamaica	2	1,003	1		
35	Burma	7	675			
36	Egypt	4	576			
37	Albania	12	568			
38	Guinea	1	443			
39	Jordan	2	381			
40	Bulgaria	5	317			
41	Libya	1	300			
42	New Zealand	6	279			
43	Uganda	2	161			
44	Lebanon	1	136			
45	Portugal	3	122			
46	Puerto Rico	1	116			
47	Bolivia	3	111			

ตาราง 5 การจัดอันดับสถิติการเสียชีวิตจากการเกิดแผ่นดินไหวของโลก (ต่อ)

Rank	Country	No. of fatal Earthquakes in 20 th Century	Total Fatalities	No. of Earthquakes killing more than 1,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 10,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 100,000 peoples
48	Dominican Republic	3	106			
49	Cyprus	4	94			
50	Turkmenistan	1	88			
51	Solomon Islands	4	81			
52	Ethiopia	3	72			
53	France	2	63			
54	Bangladesh	4	60			
55	Canada	3	57			
56	South Africa	7	53			
57	Sudan	2	52			
58	Zaire	3	33			
59	Azerbaijan	1	31			
60	Mongolia	1	30			
61	Ghana	1	22			
62	Iraq	1	20			
63	Tunisia	1	13			
64	Haiti	3	12			

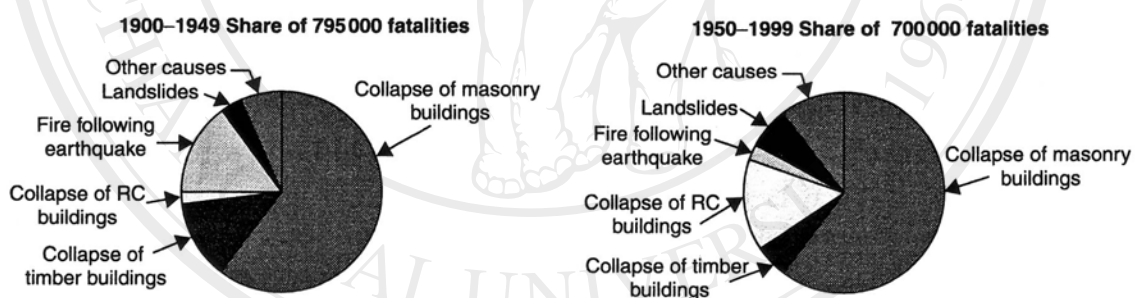
ตาราง 5 การจัดอันดับสถิติการเสียชีวิตจากการเกิดแผ่นดินไหวของโลก (ต่อ)

Rank	Country	No. of fatal Earthquakes in 20 th Century	Total Fatalities	No. of Earthquakes killing more than 1,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 10,000 peoples	No. of Earthquakes killing more than 100,000 peoples
65	Australia	1	11			
66	Malawi	1	10			
67	Cuba	2	9			
68	Fiji	1	8			
69	Honduras	2	8			
70	Spain	1	7			
71	Poland	2	6			
72	Croatia	1	5			
73	Brazil	2	4			
74	Former Czechoslovakia	1	3			
75	Tanzania	2	3			
76	Belgium	1	2			
77	Hungary	1	2			
78	The Netherlands	1	1			
79	Iceland	1	1			
80	Vanuatu	1	1			

2.4.2 เหตุแห่งการล้มตาย

จากการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ผ่านมาจะพบได้ว่าสาเหตุของการเสียชีวิตจากแผ่นดินไหวจะมาจากเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น การเกิดไฟไหม้หลังแผ่นดินไหว, การเกิดคลื่นซึนามิ (Tsunami) หลังแผ่นดินไหวในทะเล, ดินหรือหินถล่ม, หรือโครงสร้างอาคารต่าง ๆ ที่อยู่อาศัยต่าง ๆ พังเสียหาย หรือแม้กระทั่งจากเหตุการณ์ทางการแพทย์เช่นการเสียชีวิตเนื่องจากตกใจเมื่อเกิดแรงสั่นสะเทือน หรือจากอุบัติเหตุระหว่างเกิดแรงสั่นสะเทือน และการตายเนื่องจากอุบัติเหตุการขนส่งของผู้คนไร้ที่อยู่อาศัย โรคระบาด หรือการมีคุณภาพชีวิตที่ไม่ดีหลังการเกิดแผ่นดินไหวในระยะยาว การเสียชีวิตด้วยเหตุเหล่านี้ล้วนถูกบันทึกเป็นสถิติของการเสียชีวิตเนื่องจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว แต่อย่างไรก็ตามสาเหตุหลักของการเสียชีวิตในเหตุการณ์แผ่นดินไหวก็คือการพังทลายของอาคารต่าง ๆ

จากการเกิดแผ่นดินไหวทั่วโลกในศตวรรษที่ผ่านมาสาเหตุการเสียชีวิต ประมาณ 75 % เกิดจากการพังทลายของอาคารต่าง ๆ ดังรูป 10 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบสาเหตุการเสียชีวิตระหว่าง 50 ปีก่อน และหลัง ในศตวรรษที่ผ่านมา



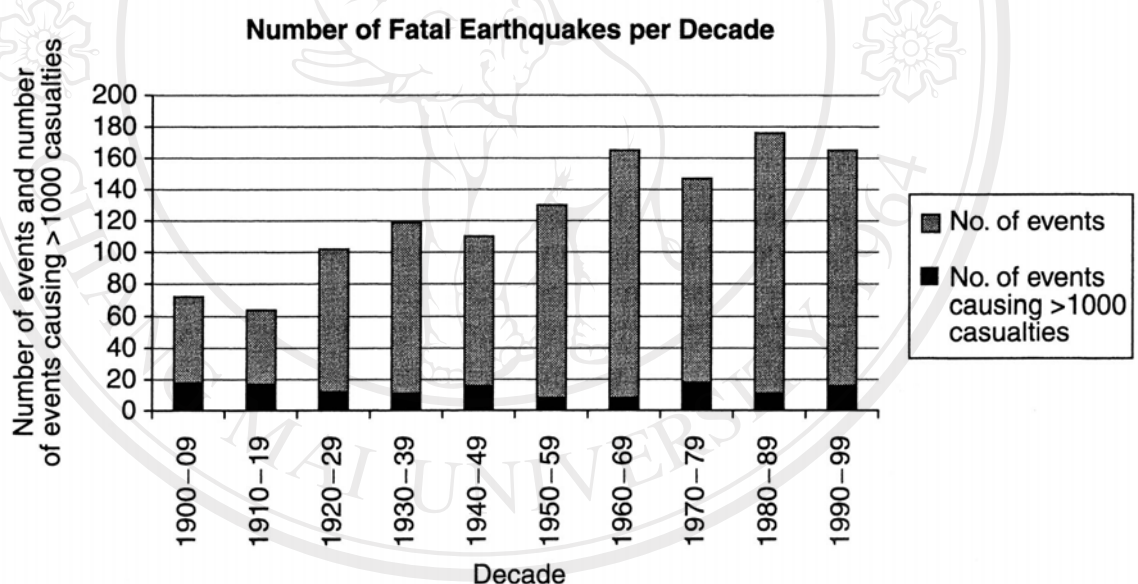
รูป 10 สาเหตุการเสียชีวิตเนื่องจากแผ่นดินไหวในศตวรรษที่ผ่านมา

จากรูป 10 จะเห็นได้ว่าสาเหตุการเสียชีวิตจากแผ่นดินไหวโดยการพังทลายของอาคารต่าง ๆ นั้น จะเกิดจากอาคารที่ก่อสร้างด้วยการหินก่อมากที่สุด เนื่องจากอาคารประเภทนี้ทนต่อการสั่นสะเทือนได้น้อยมาก และจากการเปรียบเทียบระหว่าง 50 ปีก่อน และหลังในศตวรรษที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่า การพังทลายของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเพิ่มมากขึ้นใน 50 ปีหลัง ก็เนื่องจากการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเริ่มแพร่หลายขึ้น ในทั่วทุกภูมิภาคของโลก แต่ในประเทศด้อยพัฒนาการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กก็ยังไม่ได้มาตรฐาน และพังทลายได้ง่าย ซึ่งหากเกิดการพังทลายขึ้น อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจะมีความเสียหายรุนแรง และมีอันตรายต่อชีวิตมากกว่าอาคารประเภทหินก่อ

2.4.3 ความเสี่ยงต่อภัยแผ่นดินไหวของเมือง และปัญหาที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

โดยเฉลี่ยแล้วทั่วโลกจะมีแผ่นดินไหวขนาดใหญ่เกิดขึ้นประมาณ 200 ครั้งใน 1 ทศวรรษ ซึ่งก็คือประมาณ 20 ครั้งต่อปี และประมาณ 10 ถึง 20 เปอร์เซนต์ของแผ่นดินไหวขนาดใหญ่จะเกิดขึ้นกลางมหาสมุทร หรือบางครั้งก็เกิดขึ้นลึกกลงไปในผิวโลก ห่างไกลจากแผ่นดิน และถิ่นที่อยู่ของมนุษย์และไม่มีอันตรายใด ๆ เกิดขึ้น

แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ทำให้แหล่งที่อยู่ และชุมชนต่าง ๆ หนาแน่นขึ้น หากแผ่นดินไหวเกิดขึ้นก็มีแนวโน้มที่จะเป็นอันตรายมากขึ้นตามไปด้วย จากรูป 11 จะเห็นได้ว่าในศตวรรษที่ผ่านมาแนวโน้มของการเกิดแผ่นดินไหวที่เป็นอันตรายเพิ่มสูงขึ้น



รูป 11 แนวโน้มการเกิดแผ่นดินไหวในศตวรรษที่ผ่านมา

2.5 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์แผ่นดินไหวในประเทศไทย

กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ดำเนินการศึกษาถึงรอยเลื่อนมีพลังต่าง ๆ ในประเทศไทยในปี 2547 และได้ดำเนินการจัดทำแผนที่รอยเลื่อนมีพลังดังหัวข้อ 2.5.1 และรูป 12

2.5.1 รอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย

1) รอยเลื่อนเชียงแสน รอยเลื่อนนี้วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบนสุดของประเทศมีความยาวประมาณ 130 กิโลเมตร โดยเริ่มต้นจากแนวร่องน้ำแม่จันไปทางทิศตะวันออกผ่านอำเภอแม่จัน แล้วตัดข้ามด้านใต้ของอำเภอเชียงแสนไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือตามแนวลำน้ำเงินทางด้านเหนือของอำเภอเชียง

2) รอยเลื่อนแพร่ รอยเลื่อนนี้อยู่ทางด้านตะวันออกของแอ่งแพร่ และวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเริ่มต้นจากด้านตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอเด่นชัย ผ่านไปทางด้านตะวันออกของอำเภอสูงเม่น และจังหวัดแพร่ ไปจนถึงด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอร้องกวาง รวมความยาวทั้งสิ้นประมาณ 115 กิโลเมตร

4) รอยเลื่อนแม่ทา รอยเลื่อนนี้มีแนวเป็นรูปโค้งตามแนวลำน้ำแม่ฮ่อง และแนวลำน้ำแม่ทาในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 55 กิโลเมตร

5) รอยเลื่อนเถิน รอยเลื่อนเถินอยู่ทางทิศตะวันตกของรอยเลื่อนแพร่ โดยตั้งต้นจากด้านตะวันตกของอำเภอเถิน ไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ ขนานกับรอยเลื่อนแพร่ ไปทางด้านเหนือของอำเภอเถิน ไปทางตะวันออกเฉียงเหนือขนานกับรอยเลื่อนแพร่ ไปทางด้านเหนือของอำเภอวังชิ้น และอำเภอลอง รวมความยาวทั้งหมดประมาณ 90 กิโลเมตร

6) รอยเลื่อนเมย - อุทัยธานี รอยเลื่อนนี้วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ ตั้งต้นจากลำน้ำเมยชายเขตแดนพม่ามาต่อกับห้วยแม่ท้อ และลำน้ำปิงใต้จังหวัดตาก ต่อลงมาผ่านจังหวัดกำแพงเพชร และนครสวรรค์ จนถึงเขตจังหวัดอุทัยธานี รวมความยาวทั้งสิ้นกว่า 250 กิโลเมตร

7) รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ รอยเลื่อนนี้อยู่ทางด้านตะวันตก ของรอยเลื่อนเมย - อุทัยธานี โดยมีทิศทางเกือบขนานกับแนวของรอยเลื่อน อยู่ในร่องน้ำแม่กลอง และแควใหญ่ ตลอดขึ้นไปจนถึงเขตแดนพม่า รวมความยาวทั้งหมดกว่า 500 กิโลเมตร

8) รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ รอยเลื่อนนี้อยู่ในลำน้ำแควน้อยตลอดสาย และต่อไปจนถึงรอยเลื่อนสะแกง (Sakaing Fault) ในประเทศพม่า ความยาวของรอยเลื่อนช่วงที่อยู่ในประเทศไทยยาวกว่า 250 กิโลเมตร

9) รอยเลื่อนระนอง รอยเลื่อนระนองวางตัวตามแนวร่องน้ำของแม่น้ำกระบือ มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 270 กิโลเมตร

รอยเล็ดมีพลังในประเทศไทย

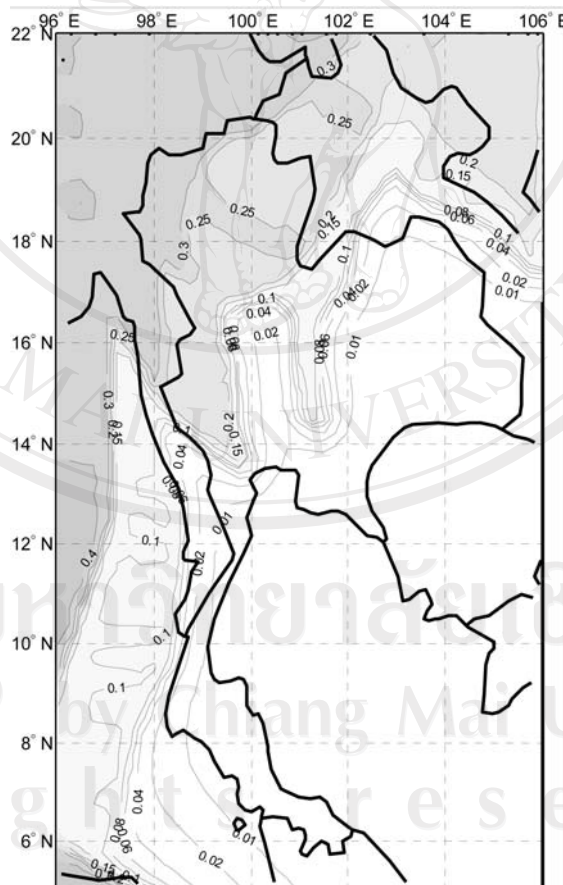
กรกฎาคม 2547

กิโลเมตร

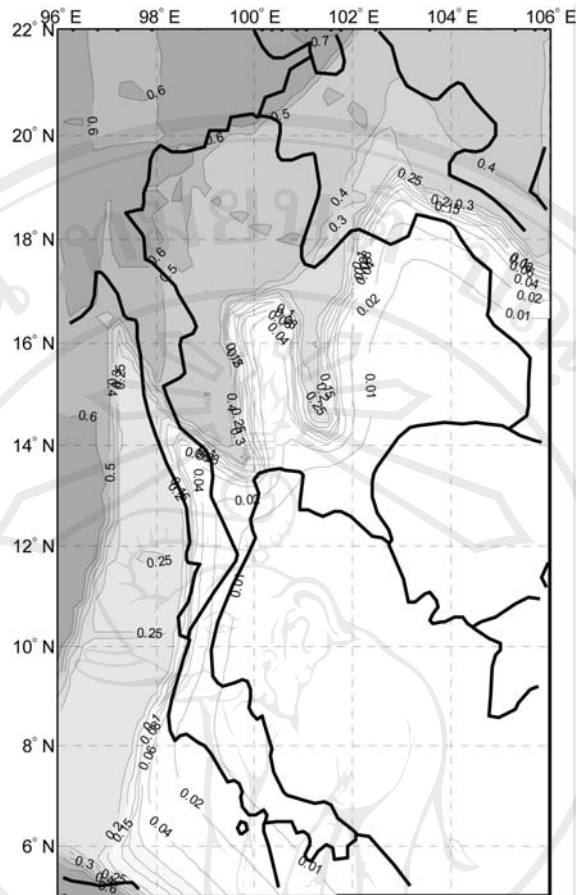
รูป 12 แนวรอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย

2.5.2 การศึกษาจัดทำแผนที่ความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็นของประเทศไทย

การศึกษานี้ได้จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน เสนอเป็นแผนที่แสดงเส้นชั้นความเร่งสูงสุดในแนวราบที่ขึ้นหินแข็ง ได้แสดงความเร่งสูงสุดที่ขึ้นหินที่มีโอกาสเกิน 2% และ 10% ในรอบ 50 ปี สำหรับความเร่งสูงสุดที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี พบว่าความเร่งสูงสุดในประเทศไทยมีค่าประมาณ 0.30 g ที่ภาคเหนือ ส่วนบริเวณกรุงเทพมหานครมีค่าความเร่งสูงสุดเท่ากับ 0.02 g ส่วนความเร่งในแนวราบสูงสุดสำหรับชั้นหินที่มีโอกาสเกิน 2 % ในรอบ 50 ปีมีแนวโน้มลักษณะเดียวกัน แต่ค่าความเร่งสูงขึ้นประมาณ 1.5 ถึง 2 เท่า โดยได้แสดงแผนที่ความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวเชิงความน่าจะเป็นของประเทศไทยที่มีโอกาสเกิน 10% ในรอบ 50 ปี ดังรูป 13 ก. และที่มีโอกาสเกิน 2% ในรอบ 50 ปี ดังรูป 13 ข.



รูป 13 ก. แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g)
ที่มีโอกาสเกิน 10 % ในรอบ 50 ปี



รูป 13 ข. แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวแสดงเป็นความเร่งในแนวราบสูงสุด (g)
ที่มีโอกาสเกิน 2 % ในรอบ 50 ปี

จิตติ ปาลศรี, อาณัติ เรืองรัมย์ (2549)

2.5.3 การศึกษาถึงเหตุการณ์แผ่นดินไหวในอดีตบริเวณใกล้เคียงจังหวัดเชียงใหม่

ได้มีการศึกษาวิจัยถึงแผ่นดินไหวโบราณกาลในอดีตตามแนวรอยเลื่อนมีพลังต่างๆ ว่ามีประวัติความเป็นมาอย่างไร เคยมีการเลื่อนตัวเมื่อใด ด้วยขนาดความรุนแรงเท่าใด ซึ่งตัวอย่างผลการศึกษาวิจัยเฉพาะบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงจังหวัดเชียงใหม่ มีดังนี้

2.5.3.1 แผ่นดินไหวโบราณกาลบริเวณอำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่

บริเวณเนินเขาบ้านหาดชมพู ตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ ห่างจากชายแดนประเทศเมียนมาร์ประมาณ 2 กิโลเมตร มีรอยเลื่อนแม่จันส่วนแม่เมาะ (Mae Ai Segments) พาดผ่านตามแนวเชิงเขาทิศตะวันออก-ตะวันตก มีความยาวประมาณ 14 กิโลเมตร คำว่า แผ่นดินไหวโบราณกาล หมายถึง การสั่นไหวของแผ่นดินที่มีสาเหตุมาจากการเคลื่อนตัวของ รอยเลื่อนมีพลังในอดีตตั้งแต่ก่อนยุคประวัติศาสตร์ โดยอาศัยหลักฐานที่ปรากฏชัดเจนให้เห็นในปัจจุบันของภูมิประเทศที่ถูกธรณีสัณฐานแปรยุคใหม่กระทำ

จากการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาหลักฐานการเกิดแผ่นดินไหวในอดีต สามารถนำไป ประเมินได้บริเวณนี้เคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดไม่น้อยกว่า 7 ริกเตอร์ และจากการวิเคราะห์ ห่วงเวลาของเหตุการณ์เกิดแผ่นดินไหวด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence) และวิธีคาร์บอน-14 พบว่าเคยเกิดแผ่นดินไหวเมื่อ 8,100 ปี 4,000 ปี และ 1,500 ปีล่วงมาแล้ว และ อัตราการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่จันส่วนแม่เมาะเป็น 0.70 มิลลิเมตร/ปี



รูป 14 รอยเลื่อนแม่จัน ที่ อ.แม่เมาะ จ.เชียงใหม่

ศุวิทย์ ไคสุวรรณ, ปรีชา สายทอง และอภิชาติ ลำจวน, กรมทรัพยากรธรณี (2546)

2.5.3.2 ธรณีแปรสัณฐานของกลุ่มรอยเลื่อนเมย จังหวัดตาก

การสำรวจศึกษาของกลุ่มรอยเลื่อนเมย ที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่จังหวัดตากนั้น ได้ทำการสืบค้นหาหลักฐานของธรณีแปรสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของแนวรอยเลื่อนที่ปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน ด้วยอาศัยการแปลความหมายข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ETM+ เพื่อให้ได้ตำแหน่ง และทิศทางการวางตัวของแนวรอยเลื่อน รวมทั้งลักษณะการขยับเคลื่อนตัวที่ผ่านมาในอดีต คัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการศึกษาในรายละเอียดของแต่ละส่วนของรอยเลื่อน ด้วยการใช้ภาพถ่ายทางอากาศ และเข้าตรวจสอบในสนาม

การสำรวจศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งย่อยกลุ่มรอยเลื่อนเมยออกเป็น 10 ส่วน ประกอบด้วยส่วนสบเมย (10 กม.) ส่วนห้วยแม่ล้อ (8 กม.) ส่วนบ้านท่าสองยาง (26 กม.) ส่วนเขาแม่สอง (24 กม.) ส่วนห้วยแม่หละ (35 กม.) ส่วนคอยกะลา (23 กม.) ส่วนคอยขุนแม่ท้อ (25 กม.) ส่วนคอยหลวง (43 กม.) ส่วนเขาขาว (23 กม.) และส่วนคลองไพร (15 กม.) โดยทั้งหมดได้ตัดผ่านกลางแอ่งสะสมตะกอนปัจจุบัน และบางส่วนของภูเขาหินแข็ง ในบรรดารอยเลื่อนย่อยทั้งหมดส่วนบ้านท่าสองยางจัดว่าเป็นรอยเลื่อนที่มีพลังมากที่สุด สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ว่าในบริเวณนี้ได้เกิดแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 ด้วยขนาด 5.6 ริคเตอร์ มีศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ระหว่างบ้านสบเมย และบ้านท่าสองยาง

จากหลักฐานของธรณีแปรสัณฐานที่ค้นพบได้จากการสำรวจในภาคสนาม สามารถประเมินขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดบริเวณบ้านท่าสองยางมาแล้วในอดีตย้อนหลังไปไม่เกิน 1.6 ล้านปี (ตามข้อมูลการวัดหาอายุเบื้องต้นด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน) มีขนาด 6.7 ริคเตอร์

สุวิทย์ โสสุวรรณ ปรีชา สายทอง และวีระพงษ์ ดันสุวรรณ, กรมทรัพยากรธรณี (2547)

2.5.3.3 ข้อมูลแผ่นดินไหวในอดีตที่ส่งผลกระทบต่อเมืองเชียงใหม่

กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ทำการบันทึกสถิติการเกิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย และที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทย รวมทั้งเหตุการณ์ และความเสียหายต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2455 ถึงปัจจุบัน ดังจะนำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และส่งผลกระทบต่อจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดใกล้เคียงมาแสดงดังตาราง

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
21-ต.ค.-49	08.59 น.	20.23น/ 100.81อ	พรมแดน ไทย-ลาว	4.5 ริกเตอร์	รู้สึกที่ อ.เชียงของ อ.เมือง จ.เชียงราย
6-ส.ค.-49	12.15 น.	19.15 น/ 98.92 อ.	อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	3.4 ริกเตอร์	ไม่มีรายงานความเสียหาย
13-ก.ค.-49	07.28 น.	18.8 น/ 98.8อ.	อ.หางดง จ.เชียงใหม่	3.0 ริกเตอร์	ไม่รายงานความเสียหาย
16-มี.ค.-49	20.34 น.	18.5 น / 98.5 อ.	อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่	3.0 ริกเตอร์	รู้สึกที่ อ.จอมทอง กิ่งอ.แม่วาง อ.เมือง จ.เชียงใหม่
16-ธ.ค.-48	9.13 น. และ 9.14 น.	19.43น./ 99.96 อ.	อ.ป่าแดด จ.เชียงราย	3.8 และ 3.9 ริกเตอร์	มีรอยแตกร้าวเล็กน้อย อาคาร หอประชุม อ.ป่าแดด และที่พัก
15-ธ.ค.-48	13.48 น.	19.43น./ 100.18อ.	อ.เมืองและ อ.เทิง จ.เชียงราย	4.1 ริกเตอร์	ไม่มีรายงานความเสียหาย
7-ธ.ค.-48	16.02 น.	19.7 น./ 99.6 อ.	อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	3.9 ริกเตอร์	ไม่มีรายงานความเสียหาย
4-ธ.ค.-48	16.34 น.	18.7 น./ 98.5 อ	จังหวัดเชียงใหม่ ทางทิศตะวันตก ค่อนข้างใต้ เล็กน้อย 40 กิโลเมตร	4.1 ริกเตอร์	ไม่มีรายงาน

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
18-ก.ย.-48	14.26 น.	24.62(น) / 94.5(อ)	พรมแดนพม่า-อินเดีย	6.0 ริกเตอร์	รู้สึกได้บนอาคารสูงในจังหวัดเชียงใหม่
30-ธ.ค.-47	08.07, 08.13	-	ประเทศพม่า	5.4, 5.6Ml	รู้สึกได้บนอาคารสูงใน อ.เมือง จ.เชียงใหม่
27-ธ.ค.-47	16.39	6.09N / 94.60E	ทะเลอันดามัน	6.6Ml	รู้สึกสั่นสะเทือนได้ทั้งจังหวัดภูเก็ต
26-ธ.ค.-47	8.3	20.76 / 98.04	ประเทศพม่า	6.4	รู้สึกสั่นสะเทือนในหลายจังหวัดของภาคเหนือ ได้แก่จังหวัดลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย ในเบื้องต้น ยังไม่ได้รับรายงานความเสียหาย
26-ธ.ค.-47	7.58	3.4 / 95.7	เกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย	9.3MW (รุนแรงเป็นอันดับ 2 ของโลก)	รู้สึกสั่นไหวได้เกือบทุกจังหวัดในภาคใต้ ภาคกลางและบางส่วนของภาคเหนือ รวมถึงอาคารสูงหลายแห่งในกรุงเทพมหานคร แผ่นดินไหวครั้งนี้ทำให้เกิดคลื่นสึนามิบริเวณฝั่งทะเลอันดามัน ตั้งแต่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ สตูล และตรัง มีผู้เสียชีวิตกว่า 5,000 คนและสูญหายกว่า 3,000 คน
30-พ.ค.-47	23:53:00	18.90 / 99.00	อ.สันทราย จ. เชียงใหม่	2.0 Ml	รู้สึกสั่นสะเทือนที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
6-เม.ย.-47	11:49:00	19.79 / 99.75	อ.เมือง จ.เชียงราย	3.1Ml	รู้สึกสั่นสะเทือนที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
27-มี.ค.-47	11:05:00	19.43 / 99.46	อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	3.4Ml	รู้สึกสั่นสะเทือนที่ อ.แม่สรวย จ.เชียงราย
3-ก.พ.-47	0:58:00	18.90 / 99.00	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	1.9Ml	รู้สึกสั่นสะเทือนที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่
22-ก.ย.-46	1:16:00	19.40 / 96.20	พม่า	6.7Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ จ.แม่ฮ่องสอน ลำพูน เชียงราย และอาคารสูงในกทม. บางแห่งเสียหายเล็กน้อย
18-ก.ย.-46	18:04:00	20.50 / 100.90	พรมแดนลาว- พม่า	5.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
23-ส.ค.-46	15:57:00	19.00 / 99.20	อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	2.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ดอยสะเก็ด อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่
26-ก.พ.-46	5:19:00	20.02 / 99.97	อ.เชียงแสน	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงแสน จ.เชียงราย
18-ธ.ค.-45	20:47:00	19.34 / 99.10	อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	4.3Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่
19-ส.ค.-45	4:07:00	17.11 / 98.01	ไทย-พม่า	4.8Ml	รู้สึกได้ที่ อ.แม่สลด จ.ตาก
19-ก.ค.-45	12:39:00	20.10 / 97.50	พม่า	4.6Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
18-ก.ค.-45	16:50:00	20.10 / 97.5	พม่า	5.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
2-ก.ค.-45	10:54:00	20.20 / 100.10	อ.เชียงแสน	4.7Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.เชียงแสน จ.เชียงราย อ.เมือง จ.พะเยา อ.เมือง จ.น่าน
27-เม.ย.-45	3:32:00	18.80 / 99.20	อ.สารภี อ.สันกำแพง	3.2Ml	รู้สึกได้ที่ อ.สันกำแพง อ.สารภี และ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
11-พ.ย.-44	18:38:00	19.29 / 99.76	จ.เชียงราย	3.7Ml	รู้สึกได้ที่ อ.พาน จ.เชียงราย
2-ก.ค.-44	23:55:00	17.87 / 97.79	ไทย-พม่า	4.6Ml	ศูนย์กลางอยู่ใกล้บริเวณ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอนและ มีความรู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
22-ก.พ.-44	5:03:00	14.97 / 98.59	เขื่อนเขาแหลม	4.3Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี
13-ก.ย.-43	3:51:00	18.92 / 99.63	อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน
7-ส.ค.-43	18:28:00	18.10 / 97.50	ไทย-พม่า	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน
29-พ.ค.-43	2:41:00	18.72 / 99.32	อ.สันกำแพง	3.8Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.สันกำแพง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
20-ม.ค.-43	3:59:00	19.90 / 100.78	อ.หงสา จ.สยาบุรี ลาว	5.9Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.ท่าวังผา อ.ทุ่งช้าง จ.น่าน จ.แพร่ จ.พะเยา จ.เชียงราย มีความเสียหายเล็กน้อยที่ จ.น่าน และ จ.แพร่
15-ส.ค.-42	23:19:00	18.10 / 97.00	ตอนใต้ของพม่า	5.6Ml	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่
29-มิ.ย.-42	6:38:00	21.00 / 100.50	พม่า	5.6Ml	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงราย
3-เม.ย.-42	7:47:00	20.50 / 99.80	ไทย-พม่า	3.2Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงแสน จ.เชียงราย
31-มี.ค.-41	10:19:00	19.4 / 101.30	ไทย-ลาว	4.8Ml	รู้สึกได้ที่ จ.น่าน
14-พ.ย.-41	3:30:00	18.50 / 99.10	อ.เมือง จ.ลำพูน	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.ลำพูน และ อ.สารภี จ.เชียงใหม่
17-ส.ค.-41	20:41:00	19.30 / 99.00	อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา	3.9Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา
13-ก.ค.-41	12:56:00	19.6 / 99.10	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	3.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่และ จ.เชียงราย
13-ก.ค.-41	9:20:00	19.70 / 99.10	อ.ฝาง จ. เชียงใหม่	4.1Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่และ จ.เชียงราย
30-มิ.ย.-41	20:19:00	19.70 / 98.70	ไทย-พม่า	3.1Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
26-มิ.ย.-41	5:39:00	17.80 / 100.60	อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ท่าปลา อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
25-มิ.ย.-41	19:45:00	17.80 / 100.60	อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์	2.8Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ท่าปลา อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
25-มิ.ย.-41	19:45:00	17.80 / 100.60	อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์	2.3Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ท่าปลา อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
23-พ.ค.-41	11:43:00	19.70 / 98.70	ไทย-พม่า	4.8Ml	รู้สึกได้ที่ จ.แม่ฮ่องสอน จ.เชียงราย จ.เชียงใหม่
21-ก.ย.-40	20:19:00	20.80 / 99.00	พม่า	4.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.แม่อาว อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
6-มิ.ย.-40	18:06:00	20.00 / 99.00	ไทย-พม่า	4.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
2-ก.พ.-40	19:35:00	18.40 / 99.90	อ.สอง จ.แพร่	4.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.สอง จ.แพร่
15-ม.ค.-40	8:26:00	18.50 / 95.60	พม่า	4.6Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
22-ธ.ค.-39	0:51:00	20.40 / 100.10	ไทย-ลาว	5.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ เสียหายเล็กน้อยที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
11-พ.ย.-39	16:22:00	18.50 / 95.60	พม่า	6.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และ อ.เมือง จ.เชียงราย

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
9-พ.ย.-39	10:40:00	22.00 / 99.30	พม่า-จีน	5.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
15-ก.ค.-39	12:28:00	22.00 / 99.30	พม่า-จีน	5.0Ml	รู้สึกได้ที่ หอบังคับการบิน อ.เมือง จ.เชียงราย
10-เม.ย.-39	5:01:00	20.40 / 98.50	ลุ่มน้ำสาละวิน พม่า	5.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมืองและรอบๆ จ.เชียงใหม่
2-เม.ย.-39	22:23:00	19.72 / 99.29	อ.ไชยปราการ	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่
31-มี.ค.-39	3:36:00	18.40 / 98.50	อ.หางดง- อ.สันป่าตอง	3.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.หางดง และ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่
5-ม.ค.-39	11:29:00	20.80 / 99.60	พม่า-จีน	4.1Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
5-ม.ค.-39	11:14:00	20.8 / 99.60	พม่า-จีน	4.2Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
21-ธ.ค.-38	23:30:00	19.70 / 99.00	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	5.2Ml	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา และ แม่ฮ่องสอน เสียหายเล็กน้อยใกล้ ศูนย์กลาง เสียชีวิต 1 คน เพราะล้ม ศีรษะกระแทกพื้น
9-ธ.ค.-38	20:26:00	18.20 / 99.80	อ.ร้องกวาง จ.แพร่	5.1Ml	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ อุตรดิตถ์ และน่าน เสียหายเล็กน้อยที่ จ.แพร่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
15-พ.ย.-38	1:30:00	-	อ.เมือง จ.พะเยา	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.พะเยา ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของสถานีตรวจแผ่นดินไหวเชียงใหม่ 110 กม.
5-พ.ย.-38	6:57:00	19.80 / 98.80	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	4.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
17-ต.ค.-38	3:56:00	19.80 / 98.80	อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน	4.3Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน และ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
7-ส.ค.-38	10:27:00	22.00 / 99.3	พม่า	5.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
10-ก.ค.-38	3:32:00	22.1 / 99.00	พม่า	6.6Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่และ อ.เมือง จ.เชียงราย
30-มิ.ย.-38	6:04:00	22.10 / 99.00	พม่า	5.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
17-พ.ค.-38	4:48:00	18.00 / 96.30	พม่า	6.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ และ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน
25-ก.พ.-38	8:50:00	19.70 / 98.60	อ.หางดง	2.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.หางดง และ อ.สันป่าตอง
24-ก.พ.-38	15:11:00	21.80 / 99.50	พม่า	5.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
24-ก.พ.-38	0:11:00	18.90 / 99.00	สันทราย- สันกำแพง	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง อ.สันกำแพง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
25-ม.ค.-38	11:56:00	21.00 / 100.60	พม่า-ลาว	5.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงราย
16-ม.ค.-38	12:43:00	20.20 / 100.50	อ.เชียงของ	3.1Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เชียงของ จ.เชียงราย
11-ก.ย.-37	8:31:00	19.46 / 99.60	อ.สรวาย อ.พาน	5.1Ml	รู้สึกได้ที่ อ.สรวาย อ.พาน จ.เชียงราย มีความเสียหายกับสิ่งก่อสร้างใกล้เคียง ศูนย์กลางเช่น โรงพยาบาล โรงเรียนวัดใน อ.พาน จ.เชียงราย
11-ก.ย.-37	3:34:00	19.46 / 99.60	อ.สรวาย อ.พาน	3.0Ml	รู้สึกได้ที่ อ.สรวาย อ.พาน จ.เชียงราย
20-ส.ค.-37	4:03:00	16.80 / 97.00	พม่า	6.0Ml	รู้สึกได้ที่บริเวณภาคเหนือ
29-พ.ค.-37	21:12:00	20.90 / 94.20	พม่า	6.2Ml	รู้สึกได้ที่อาคารสูง อ.เมือง จ.เชียงใหม่
10-พ.ค.-37	1:06:00	19.10 / 99.60	จ.เชียงใหม่	3.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
8-พ.ค.-37	2:56:00	18.30 / 99.20	จ.เชียงใหม่	4.5Ml	รู้สึกได้ที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ จ.ลำปาง จ.ลำพูน
21-พ.ย.-36	20:56:00	19.70 / 97.30	พรมแดนไทย- พม่า	4.0Ml	รู้สึกได้ที่ จ. แม่ฮ่องสอน และ จ.เชียงใหม่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
23-เม.ย.-35	21:18:39	22.34 / 98.85	พม่า	6.0Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย และพะเยา
5-พ.ย.-34	9:11:00	18.80 / 97.70	แม่ฮ่องสอน	4.0Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และ อ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน
4-ส.ค.-34	19:22:00	18.50 / 98.50	เชียงใหม่	3.7Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
5-ม.ค.-34	21:57:12	23.61 / 95.9	พม่า	6.2Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือและบน อาคารสูงในกทม.
23-ต.ค.-33	3:38:54	20.38 / 97.60	พม่า-ไทย	4.0Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน
12-ต.ค.-33	19:27:00	16.90 / 101.00	เพชรบูรณ์	4.0Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.หล่มสัก อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์
11-ก.ย.-33	16:27:00	18.00 / 99.80	แพร่	3.0Ml	รู้สึกสั่นไหวในรัศมี 20 ก.ม. รอบศูนย์กลาง
21-ก.ค.-33	8:50:00	19.80 / 100.20	เชียงราย	3.2Ml	รู้สึกสั่นไหวที่อ.เมือง จ.เชียงราย
14-ก.ค.-33	10:51:56	20.53 / 100.67	พม่า-ลาว	4.5Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.แม่สาย จ.เชียงราย
29-พ.ย.-32	8:17:00	18.50 / 98.90	เชียงใหม่	3.5Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง อ.สันป่าตอง และ อ.หางดง จ.เชียงใหม่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>,
กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
1-ต.ค.-32	1:19:23	20.24 / 98.85	พม่า-ไทย	5.3Mb	รู้สึกสั่นไหวทั่วภาคเหนือตอนบน หลายคนตกใจตื่น เสียหายเล็กน้อย แก่อาคารที่ จ.เชียงใหม่ และ เชียงราย
29-ก.ย.-32	4:52:17	20.33 / 98.82	พม่า-ไทย	5.4Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือ ตอนบน
27-ส.ค.-32	22:20:46	20.36 / 99.81	พม่า-ไทย	4.5Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือ ตอนบน
20-ส.ค.-32	11:42:36	20.27 / 99.32	พม่า-ไทย	4.6Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือ ตอนบน
20-ส.ค.-32	11:36:59	20.26 / 99.16	พม่า-ไทย	4.3Mb	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือ ตอนบน
8-เม.ย.-32	4:45:19	20.58 / 100.59	ลาว	4.6Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย
1-มี.ค.-32	10:25:08	21.73 / 97.94	พม่า	5.1Ml	รู้สึกสั่นไหวบริเวณภาคเหนือ ตอนบน
6-พ.ย.-31	20:03:19	22.79 / 99.61	พม่า-จีน	6.1Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย เชียงใหม่ และอาคารสูงในกทม.
25-ก.ค.-31	4:51:35	19.08 / 100.05	พม่า	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่
19-ก.พ.-31	1:38:42	18.87 / 99.17	เชียงใหม่	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
30-ม.ค.-30	5:09:03	18.98 / 98.96	เชียงราย	3.8Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่
18-ก.ย.-29	2:57:16	20.16 / 97.98	พม่า	4.4Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่
25-ธ.ค.-28	6:04:08	18.41 / 97.30	พม่า	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่และ แม่ฮ่องสอน
15-ก.ค.-28	17:38:50	19.24 / 97.31	พม่า	5.0Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงใหม่
24-เม.ย.-27	5:29:58	22.04 / 99.15	พม่า-จีน	5.9Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย
22 เม.ย. .2526	10:21:41	14.93 / 99.08	กาญจนบุรี	5.2Mb	แผ่นดินไหวเกิดภายหลัง ของเหตุการณ์ตอนเช้า
22-เม.ย.-26	7:37:37	14.93 / 99.00	กาญจนบุรี	5.9Mb	รู้สึกแผ่นดินไหวตลอดภาคกลาง และภาคเหนือหลายคนตื่นตระหนก เสียหายเล็กน้อยแก่อาคารใน กทม.
23-ธ.ค.-22	7:55:46	18.12 / 99.90	แพร่	3.7Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.แพร่
22-ธ.ค.-22	14:55:51	18.03 / 100.10	แพร่	4.0Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.แพร่
10-ก.ย.-22	9:21:01	18.87 / 99.25	เชียงใหม่	3.6Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ จ. เชียงใหม่ นาน 2-3 วินาที

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

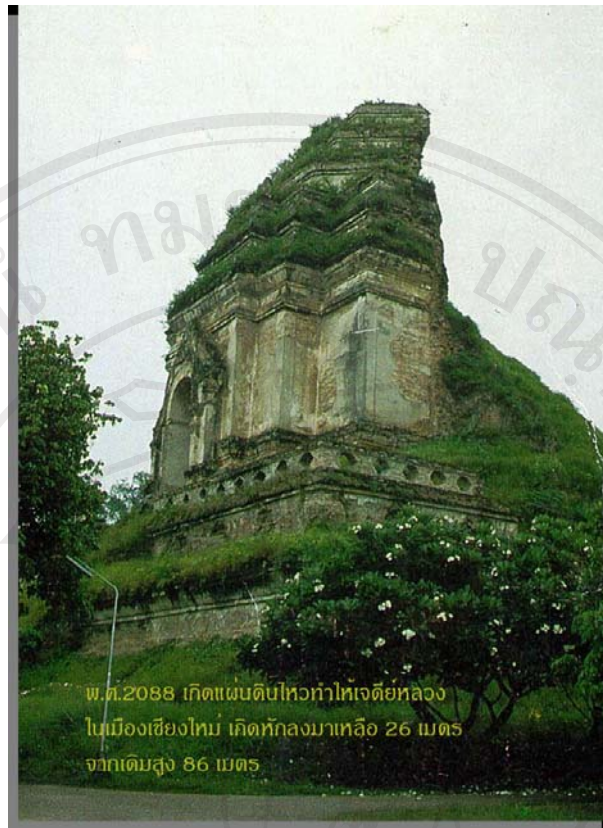
วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
10-ก.พ.-22	9:17:52	19.35 / 99.23	เชียงใหม่	4.2Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ. เชียงใหม่นาน 5 วินาที
18-มี.ค.-22	13:41:00	20.90 / 102.00	ไทย-ลาว	4.5Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย
26-ก.พ.-22	1:53:51	18.00 / 97.50	พม่า-ไทย	4.2Ml	แผ่นดินไหว
22-ม.ค.-22	14:34:59	20.34 / 100.75	ลาว	4.5Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย
1-ก.ย.-21	11:55:17	20.44 / 100.62	ลาว	4.9Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ จ.เชียงราย นาน 2-3 วินาที
2-ศ.ค.-21	14:45:52	20.50 / 100.70	ลาว	5.1Mb	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เชียงของ จ.เชียงราย
24-ก.ค.-21	4:34:37	17.19 / 99.30	จ.ตาก	4.0Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.สามเงา อ.อุ้มผาง และ อ.แม่สอด จ.ตาก
29-มิ.ย.-21	0:42:27	21.00 / 99.60	พม่า	3.9Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เชียงแสน อ.แม่สาย จ.เชียงราย
24-มิ.ย.-21	2:59:02	20.98 / 99.53	พม่า	3.7Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.เมือง อ.เชียงแสน และอ.แม่สาย จ.เชียงราย
21-มิ.ย.-21	4:05:31	19.38 / 99.21	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.2Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว 2 ครั้ง เวลา 03.45 และ 04.05 น.

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
21-มิ.ย.-21	3:45:00	19.38 / 99.21	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.1Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว 2 ครั้ง เวลา 03.45 และ 04.05 น.
18-มิ.ย.-21	23:44:26	19.20 / 99.20	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	1.6Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว
30-พ.ค.-21	5:26:23	19.24 / 99.07	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.4Ml	รู้สึกสั่นไหวที่ อ.พร้าว
27-พ.ค.-21	14:05:22	19.51 / 99.63	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	3.0Ml	สั่นไหวที่ อ.พร้าว 3 ครั้ง เวลา 14.05 , 14.16 และ 15.03 น.
26-พ.ค.-21	6:22:29	19.28 / 99.07	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	4.8Mb	เสียหายเล็กน้อยที่ อ.พร้าว รู้สึกสั่น ไหวนาน 15 วินาที ที่ จ.เชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง
29-ก.ย.-18	20:42:47	18.30 / 96.37	พม่า	5.1Mb	รู้สึกสั่นไหวที่จ.ลำปางนาน 2 วินาที สายไฟฟ้าแกว่ง รู้สึกสั่นไหว ที่อาคารกรุงเทพประกันภัย ชั้น 7
13-ก.ย.-18	6:07:44	20.76 / 99.14	พม่า	4.0Mb	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงราย
17-ก.พ.-18	10:38:20	17.64 / 97.9	พม่า-ไทย	5.6Mb	รู้สึกได้ทั้งภาคเหนือ ภาคกลาง รวมถึงกรุงเทพฯ มีความเสียหาย เล็กน้อย
28-เม.ย.-14	22:32:01	22.98 / 101.02	พม่า-จีน	5.6Mb	รู้สึกได้ที่ จ.เชียงใหม่

ตาราง 6 สถิติการเกิดแผ่นดินไหวใน จ.เชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง (<http://www.dmr.go.th/>, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลาเกิด (ประเทศไทย)	ละติจูด (น) / ลองจิจูด (น)	บริเวณ	ขนาด (ริกเตอร์)	เหตุการณ์ / ความเสียหาย
14-ก.พ.-10	8:36:04	13.7 / 96.5	อ้นดามัน	5.6Mb	รู้สึกได้ถึงกรุงเทพฯ
22-ก.ย.-08	11:24:43	20.75 / 99.26	พม่า	5.3Mb	รู้สึกได้ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย ลำปาง และ ลำพูน
23-ก.ย.-76	2:00:00	-	-	อ.แม่สลด จ.ตาก	รู้สึกได้ที่อ.แม่สลด จ.ตาก นานประมาณ 1 นาที
23-พ.ค.-55	9:24:06	21.00/ 97.00	พม่า	7.9Mb	รู้สึกได้ที่กรุงเทพฯ ประมาณ 3-4 วินาที 5 พ.ค. 2473 20:45:58 17.30 96.50 พม่า 7.3Mb รู้สึกได้ใน ภาคเหนือ และภาคกลาง รวมถึง กรุงเทพฯ อุรุยา จันทบุรี พิชณุโลก ราชบุรี นครชัยศรี และปราจีนบุรี



รูป 15 ความเสียหายเนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหวใน จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2088



รูป 16 ความเสียหายเนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหวที่ อ.พาน จ.เชียงราย ปี พ.ศ. 2537

2.6 ความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหว (Seismic Risk)

2.6.1 ความหมายของความเสียหายจากแผ่นดินไหว

โดยปกติ ความเสี่ยง (Risk) คือการให้คุณลักษณะของความน่าจะเป็นของผลของการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหว เป็นคำที่ถูกใช้โดยกลุ่มนักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกร เพื่ออธิบายถึงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ซึ่งเป็นอันตรายที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเกิดขึ้นของแผ่นดินไหว ความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวโดยทั่วไปจะแบ่งแยกออกได้เป็น 3 องค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. อันตรายจากการสั่นไหว หรือความน่าจะเป็นของการเกิดแผ่นดินไหว (Seismic Hazard or Likelihood of Occurrence) และความรุนแรงของการสั่นไหว ที่บริเวณพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง
2. ความอ่อนไหวต่อการสั่นไหว หรือการประเมินความเสียหาย (Vulnerability or Expected Damage) ของอาคาร หรือสิ่งต่าง ๆ ที่จะได้รับความเสียหายเนื่องจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว
3. เหตุการณ์ที่ตามมา (Consequence) จากแผ่นดินไหว หรือมูลค่าความเสียหายเนื่องจากแผ่นดินไหวที่ทำนายไว้

ในหัวข้อที่ 3 การประเมินเหตุการณ์ที่ตามมา โดยปกติใช้เพื่อบอกถึงปริมาณความเสี่ยงต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลายสิ่ง หรือขอบเขตพื้นที่หนึ่ง ๆ สำหรับอาคารแล้ว เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นตามมา หรือมูลค่าความเสียหายเหล่านั้นสามารถแบ่งออกเป็นประเภทกว้าง ๆ ได้ดังนี้

1. จำนวนคนตายหรือได้รับบาดเจ็บ (Casualties)
2. มูลค่าความเสียหายของอาคาร สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ
3. มูลค่าของการซ่อมแซม การรื้อย้าย หลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว
4. มูลค่าความเสียหายเนื่องจากการหยุดชะงักของธุรกิจหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว
5. มูลค่าความเสียหายเนื่องจากการสูญเสียส่วนแบ่งการตลาดของธุรกิจหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว

จากความหมายของความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวข้างต้น เราจะสามารถลดความเสี่ยงจากองค์ประกอบทั้ง 3 คือ อันตรายจากการสั่นไหว ความอ่อนไหวต่อการสั่นไหว และเหตุการณ์ที่ตามมาได้ทั้งหมด คือ เราสามารถจะลดอันตรายจากการสั่นไหวได้โดยการย้ายที่ตั้งของอาคาร เนื่องจากความน่าจะเป็นของแผ่นดินไหวที่พื้นที่ตำแหน่งใด ๆ เป็นคุณสมบัติเฉพาะของดิน และธรรมชาติของบริเวณพื้นที่นั้น ๆ ถ้าที่ตั้งอาคารไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ อันตรายจากการสั่นไหวและความอ่อนไหวต่อการสั่นไหวก็มักจะถูกพิจารณาเป็นปัจจัยเดียวกัน และถูกเรียกใหม่ว่าความน่าจะเป็นที่อาคารจะทนต่อแรงสั่นไหวได้ การรวมกันของ 2 ปัจจัยนี้และการประเมินเหตุการณ์และความสูญเสียที่จะเกิดตามมาหลังแผ่นดินไหวเป็นผลทำให้เกิดการวัดปริมาณความเสี่ยงภัยเนื่องจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว ดังนั้นเราสามารถลดความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวได้โดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

- ความเสียหายของอาคาร ลดได้โดยวิธีเช่น ย้ายที่ตั้งของอาคาร, เมือง หรือ เสริมความแข็งแรงของอาคาร
- เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นตามมาลดได้โดยวิธี เช่น ใช้อุปกรณ์กันภัยหรือการเตรียมแผนรับมือกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น

แนวคิดของความเสี่ยงภัยเนื่องจากแผ่นดินไหว จะแสดงได้เป็นสองทางได้แก่ความน่าจะเป็นของความเสียหาย (Likelihood of Damage) และปริมาณของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นตามมา (Consequence) ดังรูป 17

Consequences	High	II Moderate Risk	IV High Risk
	Low	I Low Risk	III Moderate Risk
		Low	High
		Likelihood of Damage	

รูป 17 แสดงการอธิบายความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวออกเป็นสองแนวทางคือ ความน่าจะเป็นของความเสียหาย และปริมาณของเหตุการณ์ที่จะเกิดตามมา

ความน่าจะเป็นของความเสียหายแสดงในแกนแนวนอน (แกน X) มีระดับเพิ่มขึ้นจากด้านซ้ายไปด้านขวา ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ความน่าจะเป็นของความเสียหายแปรผันกับระดับความรุนแรงของการสั่นไหว (ความน่าจะเป็นของการเกิดแผ่นดินไหว และความรุนแรงของการสั่นไหวของพื้นดิน) และความอ่อนไหวต่อแผ่นดินไหว (ความสามารถในการต้านแรงสั่นสะเทือนของอาคาร หรือสิ่งก่อสร้าง) ส่วนเหตุการณ์ที่ตามมาหรือมูลค่าความเสียหายหลังเกิดเหตุแผ่นดินไหวแสดงในแกนแนวตั้ง (แกน Y) มีค่าสูงขึ้นจากด้านล่างสู่ด้านบน การบอกถึงปริมาณของความเสียหายจากแผ่นดินไหวนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย อย่างไรก็ตาม กราฟในรูป 17 ที่ได้กล่าวถึงเป็นการบอกถึงปริมาณความเสียหายเชิงปริมาณอย่างง่าย ๆ โดยแบ่งระดับค่าความเสียหายออกเป็น 4 กลุ่ม 3 ระดับ คือ

1. กลุ่มความเสียหายระดับต่ำ ที่มีโอกาสการเกิดต่ำ และผลกระทบตามมาต่ำ (Quadrant 1: Low Risk)
2. กลุ่มความเสียหายระดับปานกลาง ที่มีโอกาสการเกิดต่ำ แต่มีผลกระทบตามมาสูง (Quadrant 2: Moderate Risk)
3. กลุ่มความเสียหายระดับปานกลาง ที่มีโอกาสการเกิดสูง แต่มีผลกระทบตามมาต่ำ (Quadrant 3: Moderate Risk)
4. กลุ่มความเสียหายระดับสูง ที่มีโอกาสการเกิด และมีผลกระทบตามมาสูง (Quadrant 4: High Risk)

2.6.2 การประเมินเหตุการณ์หลังแผ่นดินไหว เพื่อประกอบการจัดทำแผนการจัดการแผ่นดินไหว

ขั้นตอนแรกของการจัดทำแผนการบริหารจัดการแผ่นดินไหว คือการค้นหาธรรมชาติและขนาดของความเสียหายนั้น ๆ สำหรับอาคาร หรือกลุ่มของอาคารต่าง ๆ การวิเคราะห์ทางวิศวกรรมโครงสร้างสามารถที่จะบ่งบอกถึงความสามารถในการสูญเสียที่ระดับของแผ่นดินไหวที่มีขนาดคงที่ ถ้าขนาดของแผ่นดินไหวเพิ่มขึ้นนั้นความสามารถในการสูญเสียอาจแปรผัน และไม่แปรผัน เช่น ถึงแม้ว่าขนาดของความสูญเสียจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของแผ่นดินไหว แต่ความน่าจะเป็นของมูลค่าความสูญเสียที่มีค่ามากก็จะลดลงตามความน่าจะเป็นที่มีค่าน้อยของการเกิดของแผ่นดินไหวขนาดใหญ่

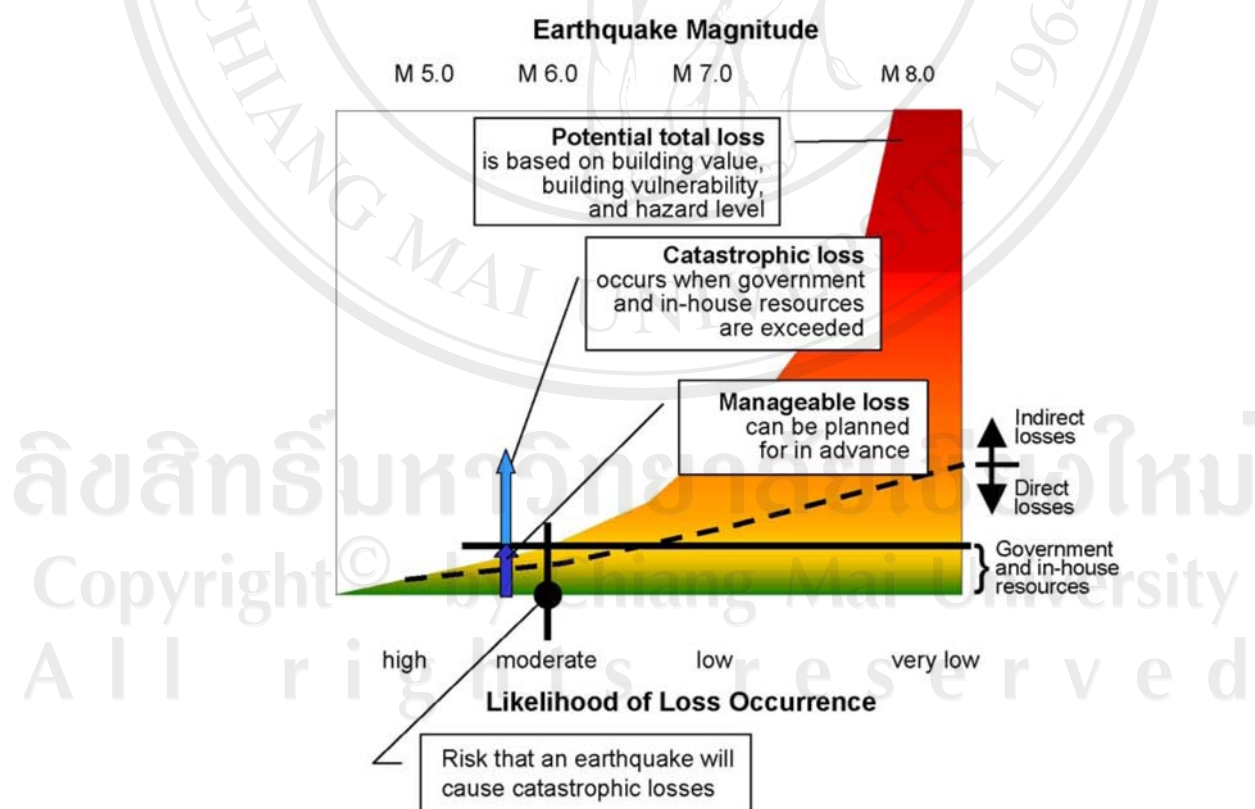
จากที่น่าจะเป็นของความสามารถในการสูญเสีย เราสามารถประเมินหาระดับค่าความสามารถในการจัดการมูลค่าความสูญเสียซึ่งมีความเชื่อถือได้ ผู้ประกอบการ และผู้บริหารกิจการบางรายต้องอาศัยความช่วยเหลือของรัฐบาลรวมกับทรัพยากรในองค์กร (Government and In-House Resources) ให้มีเงินเพียงพอกับความสามารถในการสูญเสียจากเหตุการณ์ จี๊ดจำกัดของเงินทุนนี้ก็เพื่อที่จะสำหรับเป็นค่าฟื้นฟูหลังเหตุการณ์ และเราจะเรียกว่า มูลค่าความสูญเสียที่ควบคุมได้ (Manageable Loss) ส่วนมูลค่าความสูญเสียที่มากกว่าค่าที่ควบคุมได้นี้จะเรียกได้ว่าความเสียหายระดับใหญ่หลวง (Catastrophic Loss) ซึ่งจะสร้างความเสียหายธุรกิจและสถาบันต่าง ๆ โดยรูป 18 แสดงแนวคิดที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น เส้นในแนวนอนซึ่งเป็นเส้นแบ่งระหว่างความเสียหายที่ควบคุมจัดการได้ และความเสียหายระดับใหญ่หลวง จะมีจุดตัดกับเส้นโค้งที่แสดงศักยภาพในการสูญเสีย (Potential Total Loss) แสดงถึงโอกาสการเกิดขึ้น (Likelihood) หรือความเสี่ยงที่จะเกิดเสียหายระดับใหญ่หลวง ซึ่งถ้าหากค่าโอกาสการเกิดขึ้น หรือค่าความเสี่ยงนี้สูงเกินไป เราสามารถลดได้โดยเพิ่มปริมาณมูลค่าความสูญเสียที่ควบคุมได้ (เลื่อนเส้นแนวนอนในรูป 18 ให้สูงขึ้น) หรืออีกทางหนึ่งโดยลดศักยภาพในการสูญเสีย (เลื่อนเส้นโค้งในรูป 18 ให้โค้งไปด้านขวา) โดยการสร้างอาคารที่มีศักยภาพในการรองรับแผ่นดินไหวมากขึ้น ข้อสังเกตจากรูป 18 โอกาสการเกิดขึ้นของความสูญเสียจะสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นของการเกิดแผ่นดินไหว โดยแผ่นดินไหวที่มีขนาดความรุนแรงต่ำกว่าจะมีโอกาสในการเกิดขึ้นสูง และแผ่นดินไหวที่มีขนาดความรุนแรงสูงกว่าจะมีโอกาสในการเกิดขึ้นต่ำ

ความสามารถในการบริหารจัดการความเสี่ยงขึ้นอยู่กับหลาย ๆ กลยุทธ์การลงทุนของผู้เป็นเจ้าของ และผู้บริหาร แหล่งเงินแรกที่จะนำมาใช้ในการฟื้นฟูภายหลังเหตุการณ์ก็คือเงินทุนภายในองค์กรนั่นเอง ซึ่งเงินเหล่านี้อาจได้รับการสนับสนุนเพิ่มเติมจากหน่วยงานจัดการภัยพิบัติของทางราชการบางส่วน หรือธุรกิจขนาดเล็ก ๆ อาจใช้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำเพิ่มเติมรวมกับเงินในองค์กรในการฟื้นฟูหลังภัยพิบัติ

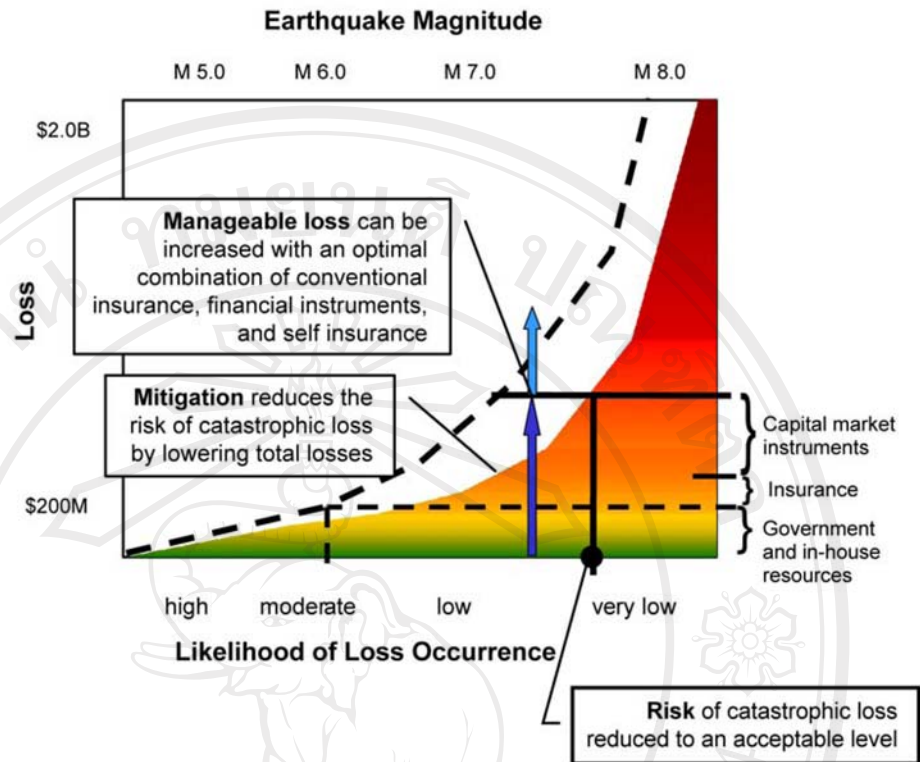
โดยทั่ว ๆ ไปบริษัทประกันภัยเป็นทางเลือกในการเพิ่มความสามารถในการจัดการหลังภัยพิบัติได้พอสมควร ซึ่งอาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับองค์กรขนาดเล็ก ๆ แต่อาจเป็นปัญหาสำหรับองค์กรขนาดใหญ่ ๆ เช่น มหาวิทยาลัยหรือโรงพยาบาล

อัตราค่าประกันภัยนั้นผันผวนกับการรับรู้ของตลาด และหากการริเริ่มการซื้อประกันภัยเริ่มขึ้นช้าก็จะส่งผลให้อัตราค่าประกันภัยสูงขึ้นได้ในบางกรณี ตลาดกลางอาจให้ความยืดหยุ่นที่มากกว่าในการที่จะวางระบบการเงินเพื่อตอบสนองความต้องการของเจ้าของโครงการในการประกันความเสียหายจากภัยในระดับใหญ่หลวง ในรูปแบบของการรวมกันของการกู้ยืม และการซื้อประกันภัย ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการจัดการความเสียหายหลังเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวได้

จุดที่เหมาะสมที่สุดของการรวมกันของทางเลือกที่จะเพิ่มความสามารถในการจัดการความเสียหายหลังเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สภาพของตลาด การประกันภัย อัตราดอกเบี้ย ความสามารถในการซื้อประกันภัยของเจ้าของโครงการ และปัจจัยอื่น ๆ การเพิ่มขึ้นของเพิ่มความสามารถในการจัดการความเสียหายหลังเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวสามารถลดระดับของความเสียหายจากความสูญเสียจากภัยในระดับใหญ่หลวงได้โดยเพิ่มระดับของเส้นแนวนอนซึ่งแบ่งระหว่างความเสียหายที่ควบคุมจัดการได้ และความเสียหายในระดับใหญ่หลวง ดังแสดงในรูป 19



รูป 18 แสดงความเสี่ยงในการเผชิญความสูญเสียระดับใหญ่หลวง (สมมติว่าอาคาร, สิ่งก่อสร้างอยู่ใกล้ชิดกับจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว)



รูป 19 แสดงการลดลงของมูลค่าความเสียหายจากภัยในระดับใหญ่หลวง

ปัจจัยทางเทคนิค และด้านการเงิน ของแผนการบริหารจัดการความเสี่ยงนั้น ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยง การเลือกจุดสมดุลของการรวมกันของกลยุทธ์การจัดการ ความเสี่ยงต้องการการพิจารณาปัจจัยความเสี่ยงไม่แน่นอนดังกล่าวเพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งความเชื่อถือได้ ในการพิจารณาตัดสินใจ ในกรณีที่จำเป็นอาจต้องใช้การวิเคราะห์ทางเทคนิค และทางการเงินเพื่อ ทดสอบทางเลือกของกลยุทธ์ต่าง ๆ โดยผลลัพธ์สุดท้ายคือการได้มาซึ่งแผนการบริหารจัดการความ เสี่ยงที่ให้ความสามารถในการจัดการมูลค่าความเสียหายที่มากที่สุด และลดระดับของความเสี่ยงใน อนาคตภายในช่วงเวลาที่กำหนด ดังแผนภาพในรูป 20 แสดงกลยุทธ์ต่าง ๆ โดยทั่ว ๆ ไปในการ บริหารจัดการความเสี่ยง ทางเลือก ลำดับขั้นตอนสำหรับประเมินกลยุทธ์เพื่อเลือกแนวทางที่ เหมาะสม โดย 3 กลุ่มของกลยุทธ์ และลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์ ในรูป 20 จะได้กล่าวถึง ดังต่อไปนี้

2.6.2.1 ค่าใช้จ่ายเริ่มแรก (First Cost) หรือกลยุทธ์การออกแบบ (Design Strategies)

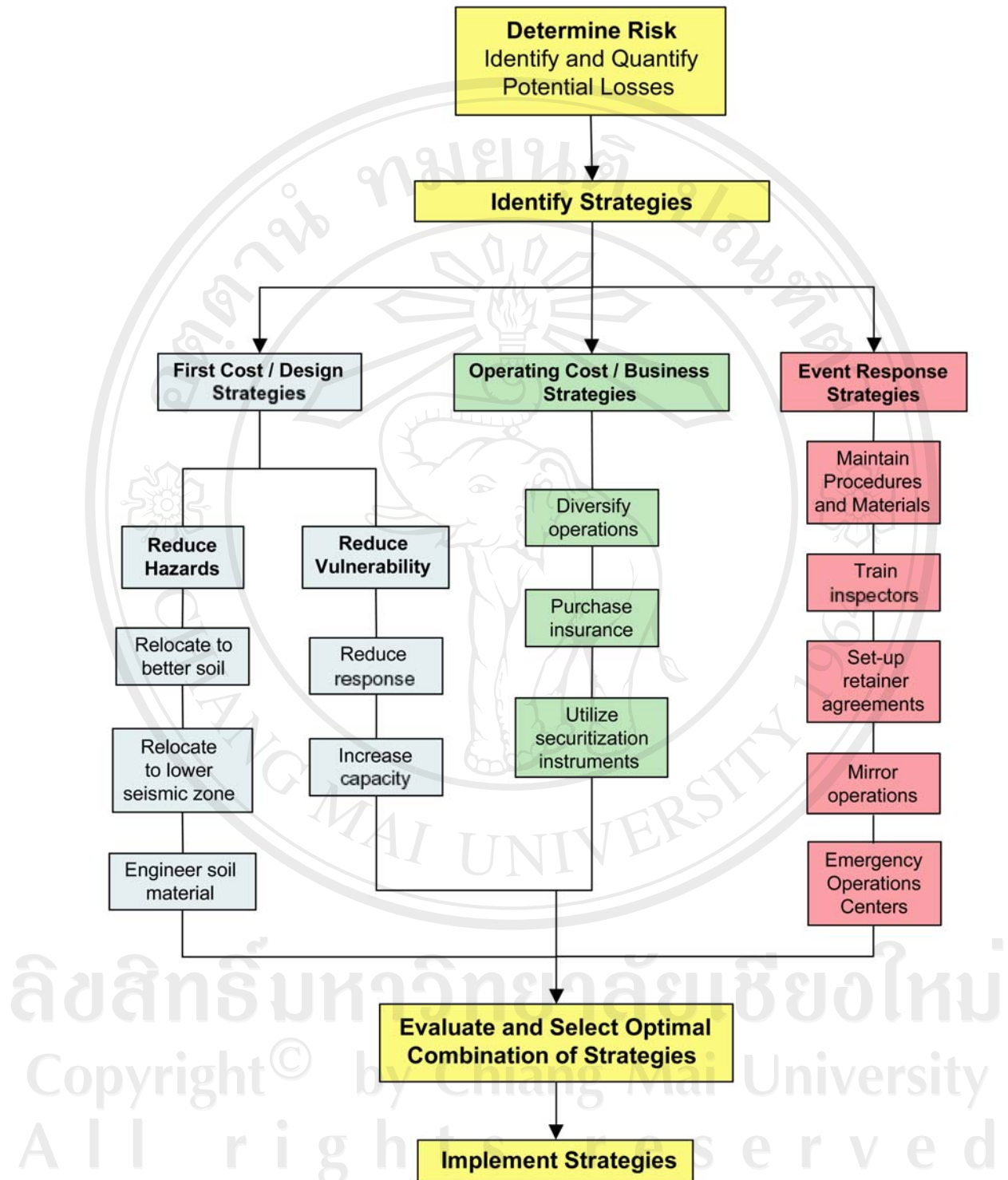
ค่าใช้จ่ายเริ่มแรก หรือแนวทางการออกแบบเพื่อลดความเสี่ยงนั้น เป็นวิธีการที่ลดโอกาสการพังทลายของโครงสร้าง คำว่า “ค่าใช้จ่ายเริ่มแรก” โดยทั่วไปหมายถึง การลงทุนที่ต้องการค่าใช้จ่ายที่สูง ในช่วงเริ่มแรกของโครงการเงินลงทุนสืบด้านเหรียญสำหรับอาคารใหม่ส่วนใหญ่จะถูกหักลบด้างในระยะเวลาหนึ่ง โดยทั่ว ๆ ไปจะยาวนานกว่าระยะเวลาที่ต้องใช้ในการก่อสร้างอาคารนั้น ๆ และเจ้าของโครงการก็ยังคงต้องรับผิดชอบกับหนี้สินซึ่งกู้ยืมมาเพื่อลงทุน

กลยุทธ์ค่าใช้จ่ายเริ่มแรกนั้น มีแนวทางการลดความสามารถในการเสียหายได้โดยทั้งลดอันตรายที่มีสาเหตุจากสถานที่ก่อสร้าง และเพิ่มความสามารถในการต้านการพังทลายของอาคาร

1. การลดอันตรายที่มีสาเหตุมาจากสถานที่ก่อสร้าง (Reduce Site Hazards)

เจ้าของโครงการสามารถลดอันตรายที่มาจากสถานที่ก่อสร้างโดยลดโอกาสการเกิดแผ่นดินไหวที่สถานที่ก่อสร้างโดยตลอดอายุของโครงการ และกำจัดหรือลดโอกาสของอันตรายอื่น ๆ ที่มีสาเหตุมาจากแผ่นดินไหว เช่น รอยเลื่อน (Fault Rupture) ภาวะดินกลายเป็นของเหลว (Liquefaction) ดินถล่ม (Landslide) และ น้ำท่วม หรือชีนามิ (Inundation) แนวทางของการดำเนินการเพื่อลดอันตรายจากแผ่นดินไหวอันเนื่องมาจากสถานที่ก่อสร้าง มีดังนี้

- เลือกสถานที่ตั้งโครงการที่มีการเกิดแผ่นดินไหวน้อย ที่ซึ่งมีความน่าจะเป็นของการเกิดแผ่นดินไหวน้อย หรือมีระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่เกิดน้อยกว่า แนวทางนี้เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดอันตรายจากภัยแผ่นดินไหว หรือไม่ก็เลือกสถานที่ตั้งโครงการที่หลีกเลี่ยงจากรอยเลื่อน ดินถล่ม ภาวะดินกลายเป็นของเหลวและชีนามิ แต่ก็เป็นที่แน่นอนว่าแนวทางการเลือกสถานที่ตั้งเป็นแนวทางที่เป็นไปไม่ได้สำหรับเจ้าของโครงการหลาย ๆ คน



รูป 20 การระบุ การประเมิน และการคัดเลือก แนวทางเลือกของการลดความเสี่ยงภัย
จากแผ่นดินไหว เพื่อพัฒนาแผนการบริหารจัดการความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหว

- เลือกสถานที่ตั้งโครงการที่มีชั้นดินที่ลดอันตราย ลักษณะของชั้นดินในพื้นที่เป็น ตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงมาก โดยเฉพาะสถานที่ก่อสร้างโครงการที่อยู่ใกล้น้ำ อยู่ในพื้นที่ลาดชัน หรือ อยู่ใกล้แนวรอยเลื่อน ในกรณีร้ายแรงการที่เลือกสถานที่ตั้งโครงการในบริเวณชั้นดินไม่ดีเป็น สาเหตุให้เกิดภาวะดินกลายเป็นของเหลว ดินถล่ม หรือการแผ่กระจายออกด้านข้าง (Lateral Spreading) ได้ เจ้าของโครงการผู้ซึ่งตระหนักถึงอิทธิพลของชั้นดินต่อความเสี่ยงที่ได้กล่าวมานี้ ควรจะปรึกษากับที่ปรึกษาด้านธรณีวิทยา และวิศวกร โครงสร้าง เพื่อที่จะประเมินความเหมาะสม ระหว่างสถานที่ก่อสร้างหลาย ๆ สถานที่ ซึ่งจะต้องเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการก่อสร้าง และ ผลประโยชน์ที่จะได้รับจากสถานที่ก่อสร้างนั้น ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม

- การปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินเพื่อลดอันตราย และลดความอ่อนไหว จากแผ่นดินไหว ถ้าหากการย้ายสถานที่ก่อสร้างไปที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวต่ำกว่าหรือมีชั้นดิน ที่ดีกว่าไม่คุ้มกับค่าลงทุนแล้ว คุณลักษณะของดินบริเวณสถานที่ก่อสร้างที่เลือกบ่อยครั้งก็สามารถ ปรับปรุงเพื่อลดอันตรายลงได้ ในสถานที่ก่อสร้างที่ดินมีคุณสมบัติกลายเป็นของเหลวได้ง่าย ก็สามารถปรับปรุงโดยการอัดฉีดน้ำปูน (Grouting) หรือทางเลือกอื่นที่จะสามารถลดโอกาสของ การกลายเป็นของเหลวได้ ชั้นดินอ่อนก็สามารถขุดลอกออกแล้วถมแทนด้วยดินจากแหล่งอื่น หรือ วัสดุอย่างอื่นที่จะทำให้แข็งขึ้น การออกแบบฐานรากของอาคารให้ดีขึ้นก็สามารถลดปัญหาเหล่านี้ได้ เช่นกัน

เจ้าของโครงการก็ควรที่จะเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการปรับปรุงคุณภาพชั้นดิน หรือ ค่าก่อสร้างฐานรากที่เพิ่มขึ้น (ซึ่งอาจค่อนข้างสำคัญในบางกรณี) กับค่าความสูญเสียที่คาดว่าจะ เกิดขึ้นว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่ก่อนตัดสินใจลงทุน

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพของอาคาร (Improve Building Performance)

เจ้าของโครงการสามารถลดความอ่อนไหวโดยเพิ่มประสิทธิภาพของอาคาร เพื่อลดการ พังทลายที่จะเกิดขึ้นได้จากแผ่นดินไหว ซึ่งโดยปกติมี 2 วิธีดังนี้

- ลดการตอบสนองต่อแรงสั่นไหวของอาคาร โดยวิธีการการเสริมความแข็งแรงของ โครงสร้างเช่น การเพิ่มผนังรับแรงเฉือน (Shear Wall) หรือเพิ่มค้ำยัน (Brace) หรือก่อสร้างฐานราก แบบพิเศษ

- เพิ่มความสามารถต้านแรงจากแผ่นดินไหว โดยการเพิ่มขนาดหรือมวลของ โครงสร้าง หรือเพิ่มค้ำยันในระบบที่ไม่ใช่โครงเฟรม

2.6.2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ หรือกลยุทธ์ทางธุรกิจ (Operating Cost or Business Strategies)

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการหรือกลยุทธ์การลดความเสี่ยงทางธุรกิจเป็นวิธีขั้นต้นที่เพิ่มความสามารถในการจัดการกับความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นโดยการลดลงของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นตามมาซึ่งสามารถสร้างความเสียหายได้ คำว่า “ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ” โดยทั่วไปหมายถึงการลงทุนประจำปี หรือส่วนประกอบหลัก ๆ ทั่ว ๆ ไป

- **เพิ่มทางเลือกของการดำเนินการ (Diversify Operations)** เจ้าของโครงการที่มีอาคารกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไป หรือเป็นเจ้าของอาคารที่มีหลาย ๆ ช่วงอายุ และมีความสามารถในการด้านทานแผ่นดินไหวหลาย ๆ แบบ สามารถลดความเสี่ยงจากภัยแผ่นดินไหวลงได้โดยย้ายกิจการหลักไปยังอาคารที่ตั้งอยู่ในที่ ๆ มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวต่ำ หรือย้ายไปที่อาคารที่มีความสามารถในการด้านทานแผ่นดินไหวได้ดี หรือย้ายเฉพาะกิจกรรมบางประเภทเช่น ย้ายกิจกรรมการผลิตซึ่งมีเครื่องจักรเครื่องมือที่มีราคาสูงไปยังอาคารที่มีความมั่นคงสูงกว่า และมีความเสี่ยงต่อแผ่นดินไหวต่ำกว่า แล้วย้ายกิจกรรมเช่น การเก็บกัก (Stock) สินค้าไปยังอาคารที่มีความมั่นคงต่ำกว่า และมีความเสี่ยงต่อแผ่นดินไหวสูงกว่า เป็นต้น

อีกทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับผู้ประกอบการที่จะขยายกิจการ ที่ควรพิจารณามีดังตัวอย่างนี้ ซึ่งจะได้นำถึงกิจการตัวอย่าง 2 กิจการ, กิจการแรก (กิจการ A) ประกอบกิจการทั้งหมด 100% ที่เมือง A ส่วนอีกกิจการ (กิจการ B) ประกอบกิจการ 50% ที่เมือง B และอีก 50% ที่เมือง C โดยสมมุติว่ามีโอกาส 1% ต่อปีที่จะเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่รุนแรงพอที่จะทำให้กิจการล้มเหลว 100% ที่เมือง A, B และ เมือง C เท่า ๆ กัน

- กิจการ A

ประกอบกิจการ 100% ที่เมือง A

มีโอกาส 1% ต่อปีที่จะเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวรุนแรงที่เมือง A

ผลรวมความเสี่ยง :

- มีโอกาส 1% ต่อปี ที่กิจการจะถูกทำลาย 100% เนื่องจากแผ่นดินไหวที่เมือง A

- กิจการ B

ประกอบกิจการ 50% ที่เมือง B

ประกอบกิจการ 50% ที่เมือง C

มีโอกาส 1% ต่อปีที่จะเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวรุนแรงที่เมือง B

มีโอกาส 1% ต่อปีที่จะเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวรุนแรงที่เมือง C

ผลรวมความเสี่ยง :

- มีโอกาส 1% ต่อปี ที่กิจการจะถูกทำลายเนื่องจากแผ่นดินไหวไป 50% ที่เมือง B
- มีโอกาส 1% ต่อปี ที่กิจการจะถูกทำลายเนื่องจากแผ่นดินไหวไป 50% ที่เมือง C
- มีโอกาส 2% ต่อปี ที่กิจการจะถูกทำลายเนื่องจากแผ่นดินไหวไป 50% จากทั้งสองเมือง
- มีโอกาส 0.01% ต่อปี ที่กิจการจะถูกทำลาย 100% เนื่องจากแผ่นดินไหวทั้งสองเมือง ($1\% \times 1\%$)

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า ยิ่งขยายสถานที่ในการประกอบกิจการเพิ่มขึ้นมากเท่าใด ความเสี่ยงที่จะเกิดหายนะกับกิจการก็จะลดลงแบบกราฟเส้นโค้ง (Exponential) มากขึ้นเท่านั้น แม้ว่าจะมีความเสี่ยงที่จะสูญเสียบางส่วนของกิจการเพิ่มขึ้นก็ตาม แต่สถานที่ประกอบกิจการที่ขยายนั้น ๆ ต้องอยู่ห่างไกลกันพอที่จะไม่เกิดแผ่นดินไหวขึ้นได้ พร้อม ๆ กัน

- **ซื้อประกันภัยเพิ่มขึ้น (Obtain Higher Levels of Insurance)** ทุก ๆ องค์กรควรตระหนักว่า องค์กรนั้น ๆ มีวงเงินประกัน และประเภทของการประกันภัยที่ครอบคลุม และเพียงพอกับมูลค่าความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งการประเมินค่าของวงเงินนี้จะถูกกำหนดโดยผู้บริหารความเสี่ยงของกิจการ หรือ เจ้าหน้าที่ของบริษัทประกัน (โดยความเห็นชอบจากเจ้าของกิจการ) ผู้บริหารความเสี่ยงจะต้องศึกษาถึงต้นทุนของการซื้อประกันภัยเปรียบเทียบกับมูลค่าความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นหากไม่ซื้อประกันภัย ในบางกรณีการลงทุนเพื่อลดความเป็นไปได้ของความเสียหายจากภัยแผ่นดินไหว เช่น การเสริมความแข็งแรงของอาคาร หรือการเลือกสถานที่ตั้งโครงการที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวต่ำสามารถลดค่าเบี้ยประกันได้ ผู้บริหารจัดการความเสี่ยงจะต้องวางแผน และประเมินกลยุทธ์ทุก ๆ ทางอย่างรอบคอบ ต้องประสานงานกับทุก ๆ ฝ่ายของโครงการอย่างดีเพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ถูกต้องมาเพื่อประเมินถึงความเหมาะสมของกลยุทธ์การจัดการความเสี่ยงที่เลือกใช้เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

- การใช้เครื่องมือรักษาความปลอดภัยอื่น ๆ (Using Securitization Instruments)

การซื้อประกันภัยแบบปกติอาจไม่เหมาะสมกับกรณีของแผ่นดินไหว เนื่องจากการซื้อประกันภัยแบบปกติเหมาะกับเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้บ่อย ๆ เช่น การเกิดไฟไหม้ หรือการบาดเจ็บของพนักงาน แต่สำหรับแผ่นดินไหวซึ่งไม่อาจประเมินโอกาสการเกิดได้แน่นอนนักอาจส่งผลให้ค่าเบี้ยประกันแพงเกินไป การใช้เครื่องมือใหม่ ๆ เช่น Catastrophic Bond (CAT. Bond) เป็นสิ่งที่จะลดค่าใช้จ่ายได้ แต่อย่างไรก็ตามเจ้าของโครงการจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับเกี่ยวกับความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากแผ่นดินไหวกับโครงการของตนและจะนำมากำหนดวงเงินประกันภัยที่เหมาะสมได้

2.6.2.3 กลยุทธ์การจัดการภัยพิบัติ (Event Response Strategies)

การที่เราจะลดมูลค่าความเสียหายของภัยพิบัติที่เกิดขึ้นให้ได้สำเร็งนั้น การจัดการภัยพิบัติที่รวดเร็วและทันทั่วทั้งที่เป็นอีกกลยุทธ์หนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับกลยุทธ์แรกคือค่าใช้จ่ายเริ่มแรกหรือกลยุทธ์การออกแบบและกลยุทธ์ทางธุรกิจนั้น กลยุทธ์การจัดการภัยพิบัติจะใช้งบลงทุนสูงกว่า แต่ผลที่ได้รับจะไม่ได้ลดมูลค่าของความเสียหายของอาคาร หรือค่าฟื้นฟูอาคารหลังเกิดเหตุการณ์ แต่จะเพิ่มความเร็วในการฟื้นฟูองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ กลยุทธ์ในการจัดการภัยพิบัติมีดังต่อไปนี้

- การมีลำดับการจัดการเหตุการณ์ฉุกเฉิน และวัสดุอุปกรณ์ (Emergency Response Procedures and Materials) คือการดูแลให้มีอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้รองรับเหตุการณ์ฉุกเฉินเช่น เครื่องดับเพลิง ยาประจำบ้านให้พร้อมใช้งานเสมอ ตลอดจนแผนการรองรับเหตุฉุกเฉิน เช่น แผนการอพยพพนักงาน เป็นต้น

- การมีการฝึกซ้อมก่อนเหตุการณ์จริง และการตรวจสอบ (Pre-Event Disaster Training and Inspection Services) คือการฝึกซ้อมและตรวจสอบแผนรองรับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่มีอยู่ให้กับพนักงานทุก ๆ คนให้มีความพร้อมเสมอ ตลอดจนหลักความปลอดภัยเบื้องต้น และการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- การจ้างพื้นที่ประกอบกิจการ และผู้รับเหมาฟื้นฟูเหตุการณ์ล่วงหน้า (On-Retainer Temporary Space and Repair Contractors) กลยุทธ์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้แก่ การจัดทำข้อตกลงกับผู้รับเหมาในท้องถิ่นถึงการฟื้นฟูภายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว หรือจ้างพื้นที่ประกอบกิจการที่ดีที่สุด หลังเกิดเหตุการณ์เพื่อไม่ให้เกิดการดำเนินการสะดุด

- การสำรองข้อมูลและเครื่องมือต่าง ๆ (Facility and Data Mirroring) การสำรองข้อมูลหรือเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่จำเป็นไว้อีกที่ ๆ หนึ่งเป็นเรื่องจำเป็น โดยสถานที่นั้น ๆ ต้องเป็นที่ ๆ สามารถย้ายไปประกอบกิจการสับเปลี่ยนทดแทนได้

- การจัดตั้งศูนย์จัดการเหตุฉุกเฉิน (Emergency Operation Centers) การจัดตั้งศูนย์จัดการเหตุฉุกเฉินจะต้องจัดตั้งในสถานที่ ๆ ปลอดภัยความสะดวกแก่ทุก ๆ ฝ่ายหลังเหตุการณ์เกิดขึ้นอย่างน้อย 72 ชั่วโมง สำหรับธุรกิจขนาดใหญ่ หรือองค์กรขนาดใหญ่ ๆ กลยุทธ์นี้จะเป็นวิธีทางที่มีประสิทธิภาพมาก สามารถทำให้การประเมินความปลอดภัยของอาคารทำได้เร็วขึ้น และการกลับมาดำเนินธุรกิจเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น