Local magnitude scale หรือ Richter magnitude scale (M_L) [5]

ขนาดมาตราท้องถิ่นหรือที่คนไทยส่วนใหญ่รู้จักกันในชื่อ “มาตราริกเตอร์” เป็นวิธีการคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวรูปแบบหนึ่ง หลักการและวิธีการคำนวณอยู่บนพื้นฐานของสมการลอการิทึมฐานสิบ ได้รับการเสนอขึ้นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2478 โดยนักแผ่นดินไหววิทยา (Seismologist) ชาวอเมริกัน 2 คน คือ ชาร์ลส์ ฟรานซิส ริกเตอร์ (Charles Francis Richter) และ เบโน กูเทนเบิร์ก (Beno Gutenberg) โดยสามารถคำนวณได้จากลอการิทึมของแอมพลิจูดสูงสุดที่วัดได้จากเครื่องตรวจวัดแผ่นดินไหวในสมัยนั้น ชื่อ วูด – แอนเดอร์สัน (Wood–Anderson torsion Seismometer) (มีกำลังขยายสูงถึง 2,800 เท่า) และตัวแปรอื่นๆ ดังสมการที่ 1

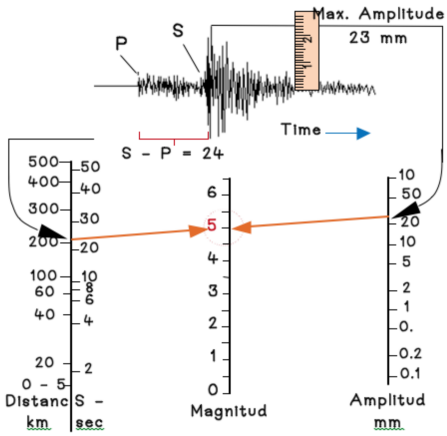
$$M_L = \log(A) - \log A_0() \qquad (1)$$

เมื่อ A คือ แอมพลิจูดสูงสุด (Maximum amplitude) ที่บันทึกได้ด้วยเครื่อง วูด – แอนเดอร์สัน

A_0 คือ Empirical function ขึ้นอยู่กับระยะทางจากจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหวถึงสถานีตรวจวัดคลื่นแผ่นดินไหว

คือ ค่าปรับแก้ของแต่ละสถานีตรวจวัด (Station–specific correction)

นอกจากวิธีการคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวในสมการที่ 1 แล้ว ริกเตอร์ได้นำเสนอการประเมินขนาดของแผ่นดินไหวด้วยแผนภาพซึ่งสามารถคำนวณได้สะดวกมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยข้อมูลของแอมพลิจูดสูงสุดที่เครื่องตรวจวัดแผ่นดินไหว วูด – แอนเดอร์สัน บันทึกได้ กับข้อมูลของเวลาการมาถึงที่ต่างกันของคลื่น P และ คลื่น S ที่เครื่องวัดบันทึกได้ เมื่อลากเส้นเชื่อมต่อระหว่าง แอมพลิจูดสูงสุด กับเวลาที่ต่างกัน จะสามารถระบุขนาดของแผ่นดินไหวได้ ดังรูปที่ 5



ภาพที่ 6 แผ่นดินไหวที่ประกอบด้วย แผ่นดินไหวนำ แผ่นดินไหวหลัก และแผ่นดินไหวตาม

ขนาดของแผ่นดินไหวตามมาตราริกเตอร์ไม่มีขีดจำกัด เป็นไปได้ทั้งบวกและลบ ขึ้นอยู่กับสัญญาณของคลื่นแผ่นดินไหวที่บันทึกได้ด้วยเครื่อง วูด – แอนเดอร์สัน นอกจากนี้ เนื่องจากการศึกษาเหตุการณ์แผ่นดินไหวของ ริกเตอร์และกูเทนเบิร์กเกิดขึ้นที่ทางตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย (รัศมีไม่เกิน 600 กิโลเมตร) จึงทำให้สมการที่คิดค้นขึ้นมีความเหมาะสมเฉพาะในบริเวณที่ทำการศึกษาเท่านั้น ซึ่งหากจะนำสมการในรูปแบบดังกล่าวไปใช้ในบริเวณอื่นๆ อาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมและทำการดัดแปลงสมการเล็กน้อยเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศนั้นๆ

Body-wave magnitude scale (MB หรือ mb)

การคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวโดยใช้คลื่นหลัก แสดงขนาดเหตุการณ์แผ่นดินไหวทั้งใกล้และแผ่นดินไหวไกล (ระยะทางมากกว่า 1,000 กิโลเมตร) เรียกว่าขนาดของคลื่นหลัก (Body–wave magnitude) ในการคำนวณใช้ค่าความสูงของคลื่นของคลื่น P ที่มีช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 1.0 – 5.0 วินาที โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการที่ 2

$$MB = \log(A/T) + (D,h) \quad (2)$$

เมื่อ A คือ เป็นแอมพลิจูดสูงสุดของคลื่น P ที่บันทึกได้ด้วยเครื่องวัดคลื่นแผ่นดินไหว (หน่วย m)

T คือ คาบของคลื่น (โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 1 วินาที)

คือ ค่าปรับเทียบ (Calibration term) โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 6 – 8 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะทางจากจุดเหนือ ศูนย์กลางแผ่นดินไหวถึงสถานีตรวจวัด (Epicentral distance, D) และความลึกของจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว (Focal depth, h)

Surface-wave magnitude scale (Ms)

เป็นวิธีการคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวอีกแบบหนึ่งโดยอาศัยคลื่นพื้นผิว (Surface wave) ซึ่งอาจจะเรียกชื่อว่าขนาดคลื่นพื้นผิว (Surface magnitude) คำนวณค่าความสูงของคลื่นผิวพื้นที่มีความยาวช่วงคลื่นประมาณ 18 – 22 วินาที สมการที่ใช้คำนวณคือ

$$Ms = \log(A/T) + 1.66\log + 3.3 \quad (3)$$

เมื่อ A คือ เป็นแอมพลิจูดสูงสุดของคลื่น R ที่บันทึกได้ด้วยเครื่องวัดคลื่นแผ่นดินไหว (หน่วย m)

T คือ คาบของคลื่น (โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 20 วินาที)

คือ ระยะทางจากจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหวถึงสถานีตรวจวัดคลื่นแผ่นดินไหว (หน่วยองศา)

มาตราขนาดโมเมนต์ (Moment magnitude scale (M_W หรือ M)) [6]

มาตรานี้ถูกนำเสนอครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2520 โดย ฮิโรโอะ คานาโมริ (Hiroo Kanamori) นักแผ่นดินไหววิทยาชาวญี่ปุ่น เขาเสนอแนวคิดและวิธีการคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวจากพลังงานที่ปลดปล่อยออกมา โดยสามารถวิเคราะห์ได้จาก โมเมนต์แผ่นดินไหว (M_0: Seismic moment) ในขณะที่ M_0 สามารถคำนวณได้จากหลายวิธี เช่น จากการวิเคราะห์คลื่นแผ่นดินไหวซึ่งค่อนข้างซับซ้อนหรือจากการสำรวจทางธรณีวิทยาเพื่อหาผลคูณของการกระจัดของรอยเลื่อนเมื่อเกิดแผ่นดินไหว (Fault displacement, D) และปริมาณพื้นที่ผิวของรอยเลื่อน (Fault surface area, A) และค่าเฉลี่ยโมดูลัสของแรงเฉือนของหินที่เกี่ยวข้องในแผ่นดินไหว (Shear modulus,) ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 4

$$M_0 = DA \quad (4)$$

ค่าเฉลี่ยของ ในชั้นเปลือกโลก (Crust) ประมาณ 3×10^{10} N/m ซึ่งขนาดของแผ่นดินไหวในมาตรานี้คำนวณได้จากสมการที่ 5

$$M_W = (2/3)\log(M_0) - 10.7 \quad (5)$$

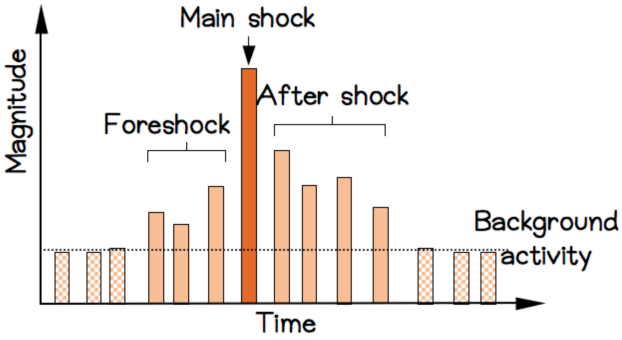
จากที่ได้กล่าวไปข้างต้นจะเห็นว่าแท้จริงแล้วขนาดของแผ่นดินไหว “ไม่มีหน่วย” ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้มาตราใดในการคำนวณ ดังนั้นการรายงานผลควรรายงานชื่อมาตราที่ใช้ในการคำนวณประกอบด้วย ยกตัวอย่างเช่น ขนาดของแผ่นดินไหวที่คำนวณได้จากมาตราริกเตอร์ จึงควรรายงานว่า แผ่นดินไหวขนาด 8.0 ตามมาตราริกเตอร์ (Magnitude on the Richter scale) เป็นต้น

การคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวที่มีค่ามากกว่า 7 โดยมาตราริกเตอร์ มากกว่า 6 โดยมาตราขนาดของคลื่นหลัก และมากกว่า 8 โดยมาตราขนาดคลื่นพื้นผิว จะเกิดสภาวะที่เรียกว่า Magnitude saturation ด้วยข้อจำกัดดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันการรายงานผลขนาดของแผ่นดินไหวที่ได้ยินจากข่าวอยู่บ่อย ๆ จะออกมาในมาตราขนาดโมเมนต์ เนื่องจากได้รับการยืนยันและเป็นที่ยอมรับแล้วว่าให้ผลการคำนวณที่มีความแม่นยำมากกว่า ซึ่งมีเพียงบางสถานการณ์เช่นในกรณีที่ไม่สามารถคำนวณในมาตราขนาดโมเมนต์ได้จะรายงานตามมาตราริกเตอร์ ในทางทฤษฎีแล้วมาตราที่ใช้ในการคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวจะให้ผลเท่ากันทุกมาตราเสมอไม่ว่าจะวัดจากที่ไหนบนโลก แต่เหตุที่ให้ผลออกมาไม่เท่ากันเพราะการสูญเสียพลังงานในระหว่างการเดินทางมายังสถานีตรวจวัดซึ่งขึ้นอยู่กับตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน อย่างไรก็ตามการคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวโดยใช้คลื่นหลัก (MB) และ คลื่นพื้นผิว (Ms) ได้กำหนดเอาไว้เป็นระดับการรายงานขั้นพื้นฐานที่ต้องรายงานทั่วโลก เพราะการเกิดแผ่นดินไหวโดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ขนาด 3 – 5 ซึ่งจะคำนวณได้ง่ายในมาตรา MB และ Ms

เกร็ดน่ารู้เกี่ยวกับแผ่นดินไหว

After shock คืออะไร?

โดยส่วนใหญ่แล้วก่อนการเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่มักจะมี “แผ่นดินไหวนำ (Foreshock)” เกิดขึ้นก่อน ซึ่งจะมีขนาดเล็กกว่า “แผ่นดินไหวหลัก (Main shock)” และต่อจากนั้นจะมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นตามอีกเรียกว่า แผ่นดินไหวตาม (After shock) ดังรูปที่ 6 การพิจารณาว่าเป็นแผ่นดินไหวตามหรือไม่ มีเงื่อนไขอยู่ 2 ข้อคือ จะต้องมีจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวเป็นจุดเดียวกับแผ่นดินไหวหลัก และจะต้องมีขนาดน้อยกว่าแผ่นดินไหวหลักอย่างน้อย 1 หน่วย ตัวอย่างเช่น ถ้าแผ่นดินไหวหลักมีขนาด 9.0 แผ่นดินไหวตามที่มีขนาดมากที่สุดคือ 8.0 และจะต้องมีจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวเป็นจุดเดียวกันด้วย (หากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นต่อจากแผ่นดินไหวหลักมีขนาดมากกว่า 8.0 จะถือว่าเป็นแผ่นดินไหวหลักอีกครั้งหนึ่ง) อย่างไรก็ตาม บางครั้งแผ่นดินไหวอาจจะมีไม่ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ



ภาพที่ 6 แผ่นดินไหวที่ประกอบด้วย แผ่นดินไหวนำ แผ่นดินไหวหลัก และแผ่นดินไหวตาม

แผ่นดินไหวเกิดบ่อยมากขึ้น? [7]

ถ้าพิจารณาจากการรายงานข่าวในปัจจุบันนี้ดูเหมือนว่าแผ่นดินไหวจะเกิดขึ้นบ่อยกว่าในสมัยก่อน แต่ในความเป็นจริงแล้ว อัตราการเกิดแผ่นดินไหวยังคงเดิม สาเหตุที่ทำให้เรารู้สึกว่ามีอัตราเพิ่มมากขึ้นเพราะ จำนวนของเครือข่ายหรือสถานีตรวจวัดคลื่นแผ่นดินไหวมีมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ที่ประเทศญี่ปุ่นอัตราส่วนของสถานีตรวจวัดคลื่นแผ่นดินไหวกับเซเว่นอีเลฟเว่น อยู่ที่ 1 ต่อ 7 เพราะฉะนั้นเราสามารถที่จะวั ดแผ่นดินไหวขนาดเล็กทั่วโลกได้เพิ่มขึ้น หากเปรียบเทียบกับเมื่อประมาณ 100 กว่าปีก่อน ขนาดของแผ่นดินไหวที่มีค่าน้อยกว่า 6.5 ไม่สามารถรายงานได้ เนื่องจากไม่มีเครื่องวัดคลื่นแผ่นดินไหว แต่ปัจจุบันนี้แผ่นดินไหวที่มีขนาด 1 ก็สามารถตรวจวัดได้นอกจากนั้น เทคโนโลยีการสื่อสารที่สะดวกและรวดเร็วทำให้สามารถรายงานการเกิดแผ่นดินไหวได้ทันที

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นดินไหวต่อปีในมาตราขนาดโมเมนต์ [8]

ระดับความรุนแรง	M_W	ค่าเฉลี่ย ครั้ง/ปี **(ประมาณ)**
รุนแรงมาก (Great)	8	1
รุนแรง (Major)	7 – 7.9	18
แรง (Strong)	6 – 6.9	120
ปานกลาง (Moderate)	5 – 5.9	800
เบา (Light)	4 – 4.9	6,200
เบามาก (Minor)	3 – 3.9	49,000
แทบจะไม่รู้สึก (Very minor)	3	ขนาด 2 – 3, 1,000 ครั้ง/วัน, ขนาด 1 – 2, 8,000 ครั้ง/วัน

เมื่อมีแผ่นดินไหวในทะเลจะเกิดสึนามิทุกครั้ง? [7]

สิ่งที่คนเข้าใจผิดกันมากเกี่ยวกับเรื่องแผ่นดินไหวคือเมื่อมีแผ่นดินไหวในทะเลจะต้องเกิดสึนามิตามมาทุกครั้ง ที่จริงแล้ว การเกิดแผ่นดินไหวในทะเล ซึ่งแม้จะมีขนาดใหญ่ก็ไม่ได้หมายความว่าจะเกิดสึนามิตามมาทุกครั้ง การเกิดสึนามิ หรือไม่นั้นมีเงื่อนไขจำเป็นอยู่ 3 ข้อ หากขาดข้อใดข้อหนึ่ง สึนามิจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ นั่นคือ

1. ขนาดของแผ่นดินไหวต้องมีค่าตั้งแต่ 7 ขึ้นไป
2. ต้องเป็นแผ่นดินไหวแบบตื้น คือความลึกของจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวไม่เกิน 50 กิโลเมตร จากระดับน้ำทะเล
3. กลไกการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกต้องเคลื่อนตัวในแนวดิ่งหรือในทิศเฉียงขึ้นหรือลง เท่านั้น

เอกสารอ้างอิง
[1] Earthquakes (n.d.). Retrieved October 2013, from http://elearning.stkc.go.th/lms/html/earth_science/LOcanada5/503/1_th.htm
[2] SOS-LIFE Earthquake early warning system (n.d.). Retrieved October 2013, from http://www.lamit.ro/earthquake-early-warning-system.htm
[3] คลื่นไหวสะเทือน (n.d.). Retrieved October 2013, from http://www.lesa.biz/earth/lithosphere/geological-phenomenon/earthquake/seismic-waves
[4] Clark A. Niewendorp (1998). Modified Mercalli Intensity Scale, Modified from Projected Earthquake Intensities for South Carolina, USA
[5] James P. McCalpin, Earthquake Magnitude Scales, GEO-HAZ Consulting. Inc., Crestone, Colorado, USA.
[6] Hiroo Kanamori. (1977). The Energy Release in Great Earthquakes, Geophysical Research Journal, California, USA.
[7] หนึ่งเดียวในเมืองไทย ไพบูลย์ นวลนิล นักแผ่นดินไหววิทยา. Retrieved October 2013, from http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1356237846&grpid=01&catid=19&subcatid=1903
[8] The United States Geological Survey (n.d.). Retrieved October 2013, http://earthquake.usgs.gov/regional/neic/