บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้จะได้ทำการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถจำแนกออกเป็นเรื่องหลัก ๆ ได้ดังนี้

2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับอุทกวิทยา

2.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัย

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่อพยพ

2.4 แนวคิดของการนำเครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศมาใช้ในการวิเคราะห์

2.5 กรณีศึกษาในประเทศที่มีการใช้แนวคิดพื้นที่ปลอดภัยในการจัดการในกรณีที่เกิดอุทกภัย

2.6 การศึกษาเรื่องที่เกี่ยวกับคลื่นพายุซัดฝั่งในประเทศไทย

2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับอุทกวิทยา

2.1.1 ความหมายของคำว่า พายุ (storm)

พายุ (storm) คือ สภาพบรรยากาศที่ถูกรบกวนในลักษณะใด ๆ ก็ตาม โดยเฉพาะลักษณะการรบกวนที่มีผลกระทบต่อพื้นผิวโลก และบ่งบอกถึงสภาพอากาศที่รุนแรง เมื่อกล่าวถึงความรุนแรงของพายุ จะวัดจากความเร็วของลม ณ จุดศูนย์กลาง โดยสามารถจำแนกประเภทของพายุได้ดังนี้ (วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2551)

1) พายุฝนฟ้าคะนอง จะมีลักษณะเป็นลมพัดย้อนไปมา หรือพัดเคลื่อนตัวไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งอาจเกิดจากพายุที่อ่อนตัวและพายุที่ลดระดับความรุนแรงของลมลง หรือเกิดจากหย่อมความกดอากาศต่ำ อาจมีทิศทางที่ไม่แน่นอน หากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของการเกิดฝนเหมาะสมจะเกิดฝนตกและมีลมพัด

2) พายุหมุนเขตร้อน ได้แก่ พายุเฮอร์ริเคน พายุไต้ฝุ่น และพายุไซโคลน ซึ่งล้วนเป็นพายุหมุนขนาดใหญ่ ซึ่งจะเริ่มก่อตัวในทะเล หากเกิดเหนือเส้นศูนย์สูตรจะมีทิศทางการหมุน

ทวนเข็มนาฬิกา หากเกิดใต้เส้นศูนย์สูตรจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งชื่อที่เรียกพายุหมุนเขตร้อนนั้นจะแตกต่างกันตามสถานที่เกิด ได้แก่

พายุเฮอร์ริเคน (hurricane) เป็นชื่อเรียกพายุหมุนที่เกิดบริเวณทิศตะวันตกของมหาสมุทรแอตแลนติก เช่น พื้นที่ชายฝั่งของรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา อ่าวเม็กซิโก ทะเลแคริบเบียน เป็นต้น รวมทั้งมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณชายฝั่งประเทศเม็กซิโก

พายุไต้ฝุ่น (typhoon) เป็นชื่อเรียกพายุหมุนที่เกิดบริเวณทิศตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิคเหนือ เช่น บริเวณทะเลจีนใต้ อ่าวไทย อ่าวตังเกี๋ย ประเทศญี่ปุ่น

พายุไซโคลน (cyclone) เป็นชื่อเรียกพายุหมุนที่เกิดในมหาสมุทรอินเดียเหนือ ได้แก่ บริเวณอ่าวเบงกอล ทะเลอาหรับ เป็นต้น หากพายุหมุนเกิดในบริเวณติมอร์และทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศออสเตรเลียจะเรียกว่า พายุวิลลี-วิลลี (willy-willy)

พายุโซนร้อน (tropical storm) เกิดขึ้นเมื่อพายุเขตร้อนขนาดใหญ่อ่อนกำลังลงขณะที่เคลื่อนตัวในทะเล และความเร็วที่จุดศูนย์กลางลดลงเมื่อพายุเคลื่อนตัวเข้าหาฝั่ง

พายุดีเปรสชั่น (depression) เกิดเมื่อความเร็วลดลงจากพายุโซนร้อน ซึ่งก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองธรรมดาหรือฝนตกหนัก

3) พายุทอร์นาโด (tornadoes) เป็นชื่อเรียกพายุหมุนที่เกิดในทวีปอเมริกา มีขนาดเนื้อที่เล็กหรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อย แต่หมุนด้วยความเร็วสูงหรือความเร็วที่จุดศูนย์กลางสูงกว่าพายุหมุนอื่น ๆ สามารถเกิดได้ทั้งบนบกและในทะเล

ภาพที่ 2.1

ลักษณะของพายุ

ที่มา: Schaefer, 2008.

2.1.2 ความหมายของคำว่า คลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surge)

คลื่นพายุยกซัดฝั่ง (storm surge or tidal surge) คือคลื่นที่เกิดจากการยกตัวขึ้นของน้ำทะเลนอกชายฝั่งด้วยอิทธิพลจากความกดอากาศต่ำและอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน โดยคลื่นพายุซัดฝั่งในช่วงแรกจะเกิดจากลมความเร็วสูงที่พัดผลักดันผิวมหาสมุทร ลมจะทำให้น้ำยกตัวสูงขึ้นจากระดับน้ำทะเลปกติ ต่อมาความกดอากาศต่ำที่ศูนย์กลางพายุ (ตาพายุ) จะกดลงบนผิวน้ำทะเลซึ่งทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นอีกเล็กน้อย อีกสาเหตุคือ ชั้นความลึกของน้ำทะเล โดยอิทธิพลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในระหว่างเกิดพายุมีปัจจัยอย่างน้อย 5 ประการได้แก่ อิทธิพลความกดอากาศ อิทธิพลโดยตรงของลมพายุ อิทธิพลของการหมุนตัวของโลก อิทธิพลของคลื่น และปริมาณน้ำฝนที่ตก โดยได้มีการคาดการณ์และพยากรณ์คลื่นพายุซัดฝั่งโดยการใช้โปรแกรม SLOSH (sea lake and overland surges from hurricanes) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งปัจจัยที่ทำการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วย ความกดอากาศส่วนกลางของพายุเขตร้อน ขนาดของพายุ การเคลื่อนตัวของพายุ เส้นทางการเคลื่อนตัวของพายุ และความเร็วลมคงที่สูงสุด นอกจากนี้ยังต้องนำเอาข้อมูลลักษณะภูมิประเทศท้องถิ่น การหันเหทิศทางของอ่าวและแม่น้ำ ความลึกของก้นทะเล ระดับน้ำขึ้น-น้ำลง รวมทั้งลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ ในการคาดการณ์ (วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2551)

โดนัลด์ และ เดวิด (Donald & David, 2006) กล่าวว่า การเกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surge หรือ storm tide) เป็นปรากฏการณ์ซึ่งเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีความกดอากาศต่ำกดลงบนผิวทะเลทำให้ระดับน้ำทะเลยกตัวสูงขึ้น เนื่องจากว่าความกดอากาศของชั้นบรรยากาศได้กดผิวน้ำทะเล ซึ่งความสูงของคลื่นจะแปรผกผันกับความกดอากาศ นอกจากนี้ความเร็วลมที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้คลื่นยกตัวสูงขึ้นถึง 7.3 เมตรและมีขนาดที่กว้างระหว่าง 80 ถึง 160 กิโลเมตร คลื่นจะขึ้นสูงหรือต่ำนั้นจะขึ้นอยู่กับความเร็วของการเคลื่อนที่ของพายุ คลื่นที่ซัดเข้าสู่ฝั่งจะลดความเร็วลงและจะเข้าสู่แผ่นดิน ในแหล่งน้ำที่ตื้นเขินอาจจะมีการยกตัวขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของความกดอากาศต่ำที่เข้าสู่แผ่นดิน ในเขตอ่าว เวิ้งน้ำหรือคลองสามารถพาให้น้ำไหลไปรวมกับน้ำในเขตชายฝั่งทะเล ทำให้เกิดการยกตัวเพิ่มสูงขึ้นได้ แม่น้ำที่มีขนาดใหญ่และกว้างเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้การเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งสูงถึง 1 ถึง 2 เมตร โดยในการคำนวณถึงคาบความถี่ในการเกิดซ้ำโดยปกตินั้นได้ทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลของการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งเฉกเช่นกับการคำนวณคาบของการเกิดซ้ำในกรณีที่เกิดอุทกภัย โดยการคำนวณความสูงของคลื่นที่ยกตัวสูงขึ้นนั้นจะวัดจากระดับความสูงของคลื่นที่วัดได้ ณ ช่วงเวลานั้น ซึ่งปัญหาหลักในการคำนวณนั้นจะ

เป็นเหมือนกับการคำนวณภัยพิบัติลักษณะอื่น ๆ คือ จะต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ระยะเวลานาน อย่างไรก็ตาม เป็นเรื่องธรรมชาติที่จะเกิดคลื่นซัดฝั่งที่มีขนาดเล็กและส่งผลต่อความเสียหายน้อยกว่าการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง และลักษณะการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งที่มีขนาดใหญ่นั้นก็ไม่ได้เกิดขึ้น

วัฒนา กันบัว (2550) กล่าวว่า คลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surge) คือการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล และคลื่นลมแรงบริเวณชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนซึ่งมีความกดอากาศที่ต่ำมากและมีกำลังลมพัดแรงมาก ส่งผลให้เกิดการยกตัวขึ้นของระดับน้ำทะเลจากระดับปกติ เนื่องจากการเคลื่อนตัวผ่านเข้ามาของพายุหมุนเขตร้อน โดยระดับน้ำทะเลที่ยกตัวสูงขึ้นอาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 60-80 กิโลเมตร และสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2-5 เมตร การเกิดคลื่นซัดฝั่งทำให้เกิดความเสียหายในพื้นที่ชายฝั่ง ทั้งการเปลี่ยนแปลงลักษณะของพื้นที่ชายฝั่ง ในบางพื้นที่เป็นที่ราบ เช่นที่ราบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ ระดับผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้น 2 เมตรจะทำให้คลื่นพายุซัดฝั่งสามารถแทรกตัวลึกขึ้นไปบนฝั่งได้ 3 กิโลเมตร ซึ่งหากไม่มีการระบายน้ำที่ดี อาจเกิดปัญหาน้ำท่วมขังได้

ภาพที่ 2.2
ลักษณะของคลื่นพายุซัดฝั่ง

ที่มา: NESEC, 2008.

2.1.3 ความรุนแรงและความเสียหายที่เกิดจากพายุ

ผลกระทบจากพายุที่ส่งผลต่อพื้นแผ่นดินเมื่อพายุเคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นแผ่นดินได้ ซึ่งผลกระทบได้แก่ แรงลม แรงลมที่เกิดจากพายุที่มีความเร็วลมตั้งแต่ 74 ไมล์ต่อชั่วโมงขึ้นไป สามารถทำลายอาคารและบ้านที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ อันตรายที่เกิดขึ้นจากลมที่กรรโชกแรง ได้แก่เศษวัสดุได้แก่ ป้ายต่าง ๆ ต้นไม้อาจหักโค่นลงมา นอกจากนี้ยังอาจทำให้เสาไฟฟ้าถูกทำลายลงและทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าดับได้ พายุที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ฝั่งทุกลูกสามารถก่อให้เกิดฝนที่ตกหนักได้และสามารถก่อให้เกิดน้ำท่วมที่รุนแรงได้ นอกจากนี้ยังมีส่วนให้เกิดการเคลื่อนตัวของดิน (landslide) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาคที่มีภูเขา

ภาพที่ 2.3
ความเสียหายจากภัยคลื่นพายุซัดฝั่ง

ที่มา: National Geographic, 2009.

กตัญญู ศรีตังนันท์ (2552) กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความสูงของคลื่นโดยสามารถกำหนดออกได้เป็น 5 ระดับได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.1

ระดับความสูงของคลื่นตามความเร็วลม

ระดับความรุนแรง	ความเร็วลม (mph)	ความเร็วลม (knot)	ความเร็วลม (km/hr)	ความสูงของคลื่น
CAT 1	74-95	64-82	119-153	1.2-1.5 m
CAT 2	96-110	83-95	154-177	1.5-2.4 m
CAT 3	111-130	96-113	178-209	2.4-3.6 m
CAT 4	131-155	114-135	210-249	3.6-5.4 m
CAT 5	มากกว่า 155	มากกว่า 135	มากกว่า 250	สูงกว่า 5.4 m

ที่มา: กตัญญู ศรีตังนันท์, 2552.

ตารางที่ 2.2

ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังลม โบฟอร์ต และ ภาวะทางทะเล

กำลังโบฟอร์ต	ความเร็วลม (km/hr)	ลักษณะลม	ลักษณะบนฝั่ง	ลักษณะทะเล	ความสูงคลื่น (m.)
0	1	calm	ลมสงบ ควันลอยขึ้นตรง ๆ	ทะเลเรียบเหมือนกระจก	0
1	1-5	light air	ควันลอยตามลม แต่ศรลมไม่หันไปตามทิศทางลม	ทะเลพริ้วมีลักษณะคล้ายเกล็ดปลา แต่ยังไม่เป็นละลอก	
2	6-11	light breeze	ลมปะทะหน้าจนรู้สึก ได้ยินเสียงใบไม้สั่นและศรลมหันไปทางทิศทางลม	ละลอกคลื่นเล็ก ๆ เกิดขึ้นค่อนข้างชัดเจน มียอดเรียบยังไม่แตกเป็นฟอง	0.1 – 0.5

ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล, 2552.

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

กำลังโบฟอร์ต	ความเร็วลม (km/hr)	ลักษณะลม	ลักษณะบนฝั่ง	ลักษณะทะเล	ความสูงคลื่น (m)
3	12-19	gentle breeze	ใบไม้และกิ่งเล็ก ๆ ไหวสม่ำเสมอ ธงปลิว	ละลอกคลื่นเป็นลอน มีสันคลื่นชัดเจน ยอดมีฟองขาวเริ่มมีคลื่นหัวแตกเป็นแห่ง ๆ	0.1 – 0.5
4	20-28	moderate breeze	ฝุ่นฟุ้ง กระดาษปลิว กิ่งไม้ใหญ่ไหว	คลื่นลูกเล็กเริ่มมีลอนยาว ยอดคลื่นแตกซ้อน มีคลื่นหัวแตกเป็นส่วนมาก	0.5 – 1.2
5	29-38	fresh breeze	ต้นไม้เล็กเริ่มโอนเอน น้ำในสระเริ่มมีระลอกเล็กน้อย	คลื่นปานกลาง สันคลื่นค่อนข้างยาว มีคลื่นหัวแตกทั่วไป เริ่มมีละอองฝอยน้ำ	1.2 – 2.5
6	39-49	strong breeze	กิ่งไม้ใหญ่แกว่งไหว มีเสียงหวีดจากสายโทรเลข	คลื่นยอดสูงแตกเป็นฟองขาว มีคลื่นหัวแตกและละอองฝอย	2.5 - 4
7	50-61	near gale	ต้นไม้ทั้งต้นโยกเดินทวนลม ลำบาก	คลื่นยอดสูงโถมทับมากขึ้น ริ้วฟองขาวที่เกิดจากคลื่นหัวแตกถูกพัดเป็นสายไปตามทิศทางลม	4 - 6
8	62-74	gale	กิ่งไม้หรือแขนงหัก การเคลื่อนไปข้างหน้าได้ยากลำบาก	คลื่นใหญ่ มีช่วงคลื่นยาว และยอดคลื่นเริ่มมีลักษณะเป็นวงม้วนไปข้างหน้า ริ้วฟองขาวเป็นสายมองเห็นได้ชัดเจน	

ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล, 2552.

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

กำลังโบฟอร์ต	ความเร็วลม (km/hr)	ลักษณะลม	ลักษณะบนฝั่ง	ลักษณะทะเล	ความสูงคลื่น (m)
9	75-88	strong gale	สิ่งก่อสร้างเล็ก ๆ หักพัง กระเบื้องมุงหลังคาหลุดปลิว	คลื่นใหญ่ทำให้ทะเลม้วนไปข้างหน้า ทะเลเต็มไปด้วยริ้วฟองสีขาว ทะเลม้วนกลิ้งเป็นลอนมากขึ้นและทัศนวิสัยลดลง	4 – 6
10	89-102	strom	ต้นไม้หัก หรือโค่นแบบถูกถอนราก อาคารสิ่งก่อสร้างเสียหายมาก	คลื่นใหญ่ยอดม้วนไปข้างหน้า ทะเลเต็มไปด้วยริ้วฟองขาว ทะเลม้วนกลิ้งเป็นลอนมากขึ้นและทัศนวิสัยลดลง	6 – 9
11	103-117	violent storm	เกิดความเสียหายมากเป็นบริเวณกว้าง (ไม่ค่อยปรากฏ)	คลื่นใหญ่มาก ทะเลเต็มไปด้วยริ้วฟองขาว ทัศนวิสัยเลวลง	9 – 14
12	118 ขึ้นไป	hurricane		คลื่นใหญ่มากฟองฝอยของน้ำทะเลกระจายฟุ้งในอากาศมองเห็นเป็นสีขาวทั่วไป ทัศนวิสัยเลวลงมาก	สูงกว่า 14

ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาทะเล, 2552.

เคธ สมิทธ์ (Smith, 2004) กล่าวว่า ภัยพิบัติที่เกิดจากพายุ (severe storm disaster) เป็นภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับพายุที่เป็นปกติที่สุดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชั้นบรรยากาศในหลาย ๆ ลักษณะประกอบกัน โดยสามารถจำแนกออกได้เป็นดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3

องค์ประกอบของลักษณะของภัยที่เกิดจากพายุและผลกระทบเนื่องจากภัยพิบัติแต่ละประเภท

พายุโซนร้อน (tropical storm)	พายุในเขตละติจูดกลาง (mid-latitude storm)			
พายุไซโคลน (tropical cyclone)	พายุทอร์นาโด (tornadoes)	พายุลูกเห็บ (hailstorm)	พายุไซโคลนฤดูหนาว (winter cyclone)	พายุหิมะ (snowstorm)
ลม (wind)	ลม (wind)	ลูกเห็บ (hail)	ลม (wind)	หิมะ (snow)
ฝน (rain)	ความกดอากาศที่ต่ำ (pressure drop)	ลม (wind)	ฝน (rain)	น้ำแข็ง (ice)
คลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surge)	ลมโกรก (up draught)	สายฟ้า ฟ้าผ่า (lighting)	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	ลม (wind)
	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	พายุหิมะ (blizzard)
ลักษณะและผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้น				
พายุไซโคลน (tropical cyclone)	พายุทอร์นาโด (tornadoes)	พายุลูกเห็บ (hailstorm)	พายุไซโคลนฤดูหนาว (winter cyclone)	พายุหิมะ (snowstorm)
ความเสียหายต่อการเกษตร	ความเสียหายต่อการเกษตร	ความเสียหายต่อการเกษตร	ความเสียหายต่อการเกษตร	ความเสียหายต่อการเกษตร
ความวุ่นวายทางคมนาคม	ความเสียหายต่ออาคาร	ความเสียหายต่ออาคาร	ความเสียหายต่ออาคาร	ความวุ่นวายทางคมนาคม
ความเสียหายต่ออาคาร	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	การกัดเซาะของพื้นที่ชายฝั่ง	ความเสียหายต่ออาคาร

ที่มา: Smith, 2004.

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลักษณะและผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้น				
พายุไซโคลน (tropical cyclone)	พายุทอร์นาโด (tornadoes)	พายุลูกเห็บ (hailstorm)	พายุไซโคลนฤดูหนาว (winter cyclone)	พายุหิมะ (snowstorm)
การกัดเซาะของพื้นที่ชายฝั่ง	-ไม่-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	แผ่นดินถล่ม	การเกาะของหิมะ (glaze)
อุทกภัย	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	อุทกภัย	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-
แผ่นดินถล่ม	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-
การรุกตัวของน้ำเค็ม	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-	-ไม่ปรากฏเหตุการณ์-

ที่มา: Smith, 2004.

แม้ว่าพายุต่าง ๆ จะมีบางลักษณะที่ประกอบกันเป็นพายุ แต่พายุแต่ละประเภทต่างก็มีลักษณะความเสียหายที่ถือเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละประเภท จากการรวบรวมข้อมูลของหน่วยให้บริการข้อมูลสภาพอากาศของสหรัฐอเมริกา (US National Weather Service) ได้กล่าวถึงความรุนแรงของพายุเช่นพายุหิมะจะมีความเร็วของหิมะที่ 16 เมตรต่อวินาทีและทำให้ระยะการมองเห็นลดลงต่ำกว่า 44 เมตรเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง ซึ่งศูนย์อนามัยแห่งชาติ (The health center) กล่าวว่า เมื่อได้ทำการประเมินผลกระทบของมนุษย์ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล ซึ่งจะต้องมีความเกี่ยวเนื่องกันกับการลดความเสียหายของผู้ประสบภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำนวนของผู้เสียชีวิตและผู้ได้รับบาดเจ็บ นอกจากนี้ยังมีเรื่องของความเสียหายทางด้านจิตใจของผู้ประสบภัยด้วย ซึ่งลักษณะของภัยรวมไปถึงประสบการณ์ที่ได้รับของผู้ประสบภัยนั้นมีส่วนสำคัญในการเพิ่มระดับของความเครียด ซึ่งขึ้นกับระยะเวลาของการประสบภัย ความรุนแรงของภัยที่เกิดขึ้น การขาดการเตือนภัยล่วงหน้า จำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต ความมืดของพื้นที่ซึ่งทำให้เกิดความ

ตกใจกลัวของผู้ประสบภัย ความเป็นไปได้ในการเกิดขึ้นซ้ำ ขนาดของพื้นที่ที่เกิดความเสียหายหรือชุมชนที่ถูกทำลาย นอกจากนี้ ปัจจัยเฉพาะตัวของแต่ละบุคคลจะส่งผลต่อระดับความเครียดเช่นกัน ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ประวัติการเจ็บป่วยทางจิต ภัยพิบัติได้ทำให้ผู้คนที่รักเสียชีวิต ประสบการณ์หรือการรับรู้ถึงการสูญเสียครั้งยิ่งใหญ่อันนำไปสู่อาการหลอน การอยู่โดยลำพัง ลักษณะของการอยู่อาศัยแบบเช่า การขาดแคลนทรัพยากรที่จำเป็น รวมถึงการขาดการเตรียมการและการวางแผนที่ดี ซึ่งจะนำไปสู่การโทษตนเอง

พายุเฮอร์ริเคนและพายุที่รุนแรงมักจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งและประชาชนผู้อยู่อาศัยในบริเวณนั้น ในการที่จะทำความเข้าใจถึงอันตรายหรือความเสี่ยงในพื้นที่ชายฝั่ง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงการเกิดของคลื่น ลักษณะของหาดหรือฝั่ง นอกจากนี้ยังต้องทำความเข้าใจถึงกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลต่อคลื่น และการพังทลายของชายฝั่ง จากการที่จำนวนของประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น คนส่วนมากจะตั้งถิ่นฐานใกล้กับแหล่งน้ำ ซึ่งหมายรวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งด้วย ซึ่งจุดมุ่งหมายของการตั้งถิ่นฐานในเขตพื้นที่ชายฝั่งนั้นไม่เพียงแต่เพื่อการอยู่อาศัย แต่หมายรวมถึงการพักผ่อนหย่อนใจอีกด้วย แต่เนื่องจากพื้นที่บริเวณชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เมื่อมนุษย์สร้างอาคารในเขตบริเวณชายฝั่ง ย่อมส่งผลต่อพฤติกรรมของคลื่นได้

2.1.4 <u>กรณีศึกษาลักษณะจากพายุต่าง ๆ</u>

กรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะของพายุที่เคยเกิดขึ้น และถือได้ว่าเป็นพายุที่สร้างความเสียหายรุนแรง โดยในการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสาเหตุ พื้นที่เสียหายจากพายุ ทั้งสิ้น 5 ลูก ดังนี้

1) พายุเฮอร์ริเคนฮิวโก (hurricane Hugo)

2) พายุไซโคลนนาร์กีส์ (cyclone Nargis)

3) พายุเฮอร์ริเคนแคทรีนา (hurricane Katrina)

4) พายุเฮอร์ริเคนไอแวน (hurricane Ivan)

5) พายุโซนร้อนแฮเรียต (tropical storm Harriet)

สาเหตุที่นำพายุที่เกิดขึ้นทั้ง 5 ลูกมาทำการศึกษานั้น เนื่องจากเป็นพายุที่มีความรุนแรงสูง นอกจากนี้ลักษณะของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมีลักษณะที่เป็นพื้นที่ราบ อีกทั้งพายุที่ยกมาศึกษาบางกรณียังเป็นพายุที่เป็นที่รู้จักของคนทั่วไปด้วย

ตารางที่ 2.4

ลักษณะสำคัญของพายุเฮอร์ริเคนฮิวโก

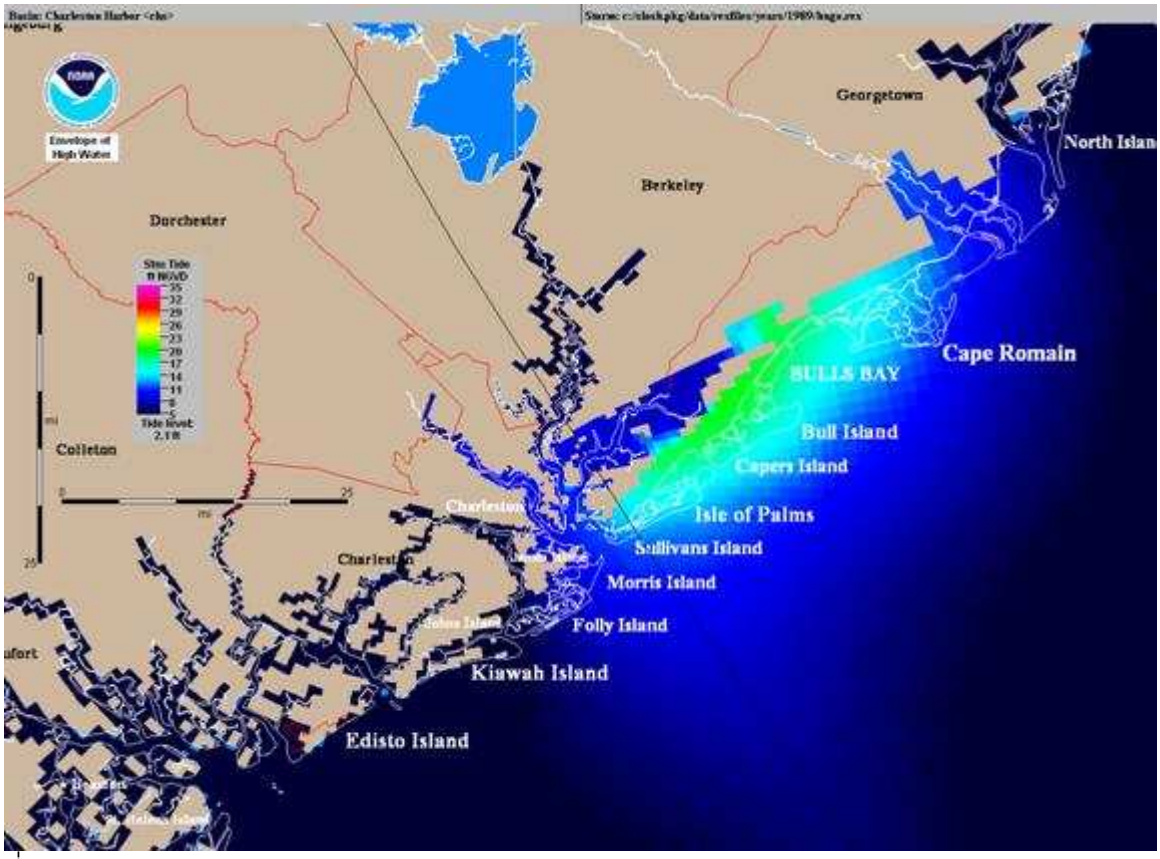
พายุเฮอร์ริเคนฮิวโก (hurricane Hugo)	
	ลักษณะโดยทั่วไป
	วันที่: 9 กันยายน พ.ศ. 2532
	สถานที่ก่อตัวของพายุ: ชายฝั่งทางทวีปแอฟริกา
	ความเร็วลมสูงสุด ณ จุดศูนย์กลาง: 260 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	ระดับความรุนแรง (category): CAT5
	พื้นที่พัดผ่าน: มหาสมุทรแปซิฟิค, สหรัฐอเมริกา
	ระยะเวลาของพายุ: 17 วัน
	ความเสียหาย
	จำนวนผู้เสียชีวิต: 56 ราย
	มูลค่าความเสียหาย: 17.4 ล้านเหรียญสหรัฐ (2009 USD)
	พื้นที่ที่เสียหาย: กัวร์เดอลูป มอนเซอรัสส์ โดมินิกา เวอร์จิน ไอส์แลนด์ เปอร์โตริโก นอร์ท แคโรไลน์นา และหลายพื้นที่ในภาคตะวันออกของอเมริกาเหนือ

ที่มา: Wikipedia, 2008.

เฮอร์ริเคนฮิวโกมีความเร็วลม 255 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่งผลให้บ้านเรือนพังเสียหาย มีผู้ไร้บ้านประมาณ 30,000 คน รวมแล้วเกิดความเสียหายคิดมูลค่าทั้งสิ้น 9.9 ร้อยล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นพายุซัดฝั่งได้แก่ กัวร์เดอลูป มอนเซอรัสส์ โดมินิกา เวอร์จิน ไอส์แลนด์ เปอร์โตริโก นอร์ท แคโรไลน์นา และหลายพื้นที่ในภาคตะวันออกของอเมริกาเหนือ แม้ว่าจะมีระบบดาวเทียมและระบบการบินซึ่งสามารถแสดงหาเส้นทางของพายุได้แล้วแต่

เนื่องจากหลาย ๆ ชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ได้รับผลกระทบไม่สามารถนำเอาข้อมูลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ จึงเกิดความเสียหายขึ้น (วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2552)

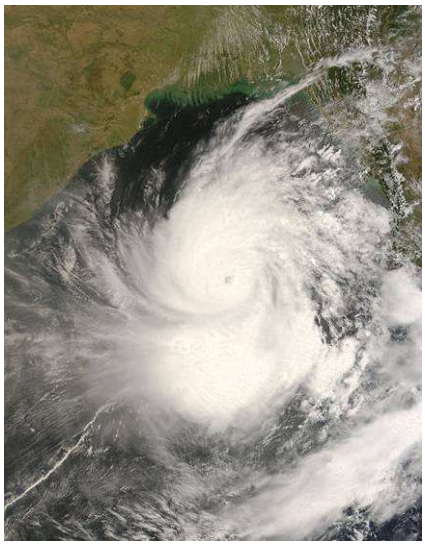
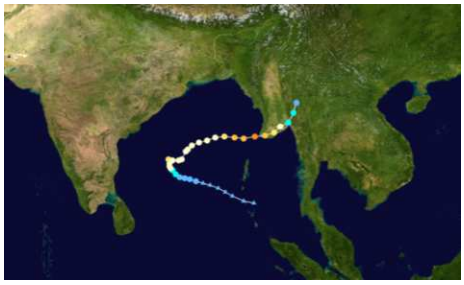
ภาพที่ 2.4
พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากพายุเฮอร์ริเคนฮิวโก



ที่มา: Jones, 2006.

ตารางที่ 2.5

ลักษณะสำคัญของพายุไซโคลนนาร์กีส

ไซโคลนนาร์กีส (cyclone Nargis)	
	ลักษณะโดยทั่วไป
	วันที่: 27 เมษายน พ.ศ. 2551
	สถานที่ก่อตัวของพายุ: อ่าวเบงกอล
	ความเร็วลมสูงสุด ณ จุดศูนย์กลาง: 215 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	ระดับความรุนแรงสูงสุด (category): CAT 4
	พื้นที่พัดผ่าน: ประเทศบังคลาเทศ ประเทศพม่า ประเทศอินเดีย ประเทศศรีลังกา
	ระยะเวลาของพายุ: 6 วัน
	ความเสียหาย
	จำนวนผู้เสียชีวิต: 84,000 คน
	จำนวนอาคารที่เสียหาย: มากกว่า 2,000 หลัง
	มูลค่าความเสียหาย: 10 ร้อยล้านดอลลาร์สหรัฐ
	พื้นที่ที่เสียหาย: บริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำอิระวดี และนครย่างกุ้ง ประเทศพม่า

ที่มา: Wikipedia, 2006.

ที่มา: ศูนย์สื่อสารแห่งประเทศไทย, 2551.

ไซโคลนนาร์กีสเป็นพายุไซโคลนที่มีกำลังแรงซึ่งเป็นภัยธรรมชาติที่รุนแรงที่สุดในประวัติศาสตร์ของประเทศเมียนมาร์ ไซโคลนนาร์กีสทำให้เกิดการรุกตัวของน้ำเข้าสู่แผ่นดินในประเทศตอนเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ทำให้เกิดภัยพิบัติที่รุนแรงซึ่งทำให้มีผู้เสียชีวิตอย่างน้อย 146,000 คนและผู้คนหลายหมื่นคนสูญหาย มีผู้เสียชีวิตในเมืองรัฐปุตระเป็นจำนวน 80,000 ราย มีผู้เสียชีวิตที่ถูกค้นพบในเมืองโบกาเลจำนวน 10,000 คนและกระจายอยู่ในหลายพื้นที่ (ดังแสดง

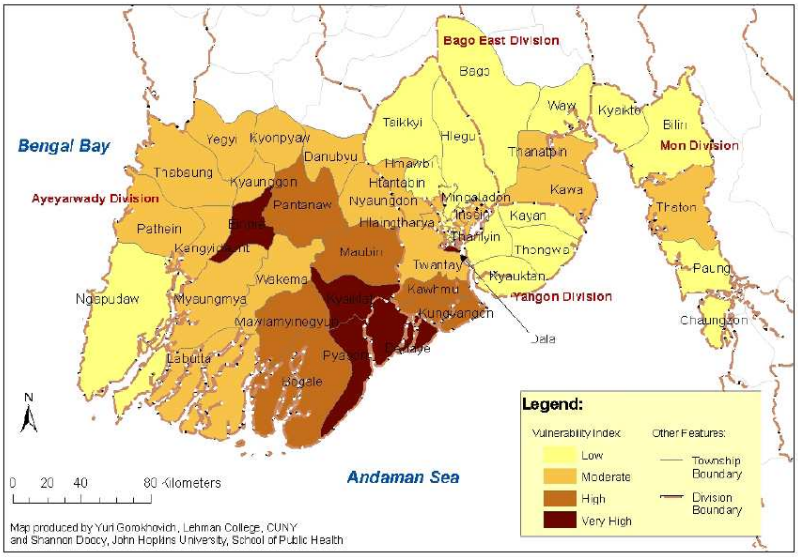
ในภาพที่ 2.5) ไซโคลนนาร์กีสก่อให้เกิดคลื่นซัดฝั่งสูง 12 ฟุต และทำให้เกิดฝนตกหนักซึ่งได้ทำลายระบบโครงสร้างพื้นฐานในลุ่มแม่น้ำอิระวดี ทำให้เกิดน้ำท่วมหนักและแผ่นดินยุบตัวใน 10 ย่านในประเทศ รัฐบาลทหารเมียนมาร์รายงานจำนวนผู้เสียชีวิตจากไซโคลนนาร์กีสนั้นสูงมากกว่า 29,000 ราย และอีก 42,000 รายยังคงหายสาบสูญ (วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2552)

จากการประเมินความเสี่ยงของประชากรต่อไซโคลนนาร์กีสได้ถูกประเมินโดยการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศโดยการนำข้อมูลการกระจายตัวของประชากรมาซ้อนทับกันกับชั้นข้อมูลเส้นทางการเดินทางของพายุ ข้อมูลพายุ ระดับความสูงของพื้นที่ พบว่า จะมีผู้ประสบภัยทั้งสิ้น 3.2 ล้านคนซึ่งพื้นที่ที่ประสบภัยมากที่สุดคือเมืองไอยาวดี จำนวน 1.8 ล้านคน และเมืองย่างกุ้ง จำนวน 1.1 ล้านคน (ดังภาพที่ 2.6)

ลุ่มแม่น้ำอิระวดีเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกของประเทศ เป็นพื้นที่ที่มีการกระจายตัวอยู่กันของประชาชนอย่างหนาแน่น เป็นที่ตั้งของเมืองสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ เมืองโบกาเล เมืองปันตะนาวและเมืองทวันตี และยังเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทางด้านการเกษตรกรรม ภายหลังจากไซโคลนนาร์กีสพัดผ่านพื้นที่ ทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง ไซโคลนนาร์กีสเป็นหายนะครั้งยิ่งใหญ่เท่าที่ได้ประสบมา ทางรัฐบาลทหารเมียนมาร์เปิดเผยยอดผู้เสียชีวิตสูงกว่า 10,000 คนโดยไม่ได้รับการช่วยเหลือเบื้องต้นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.5

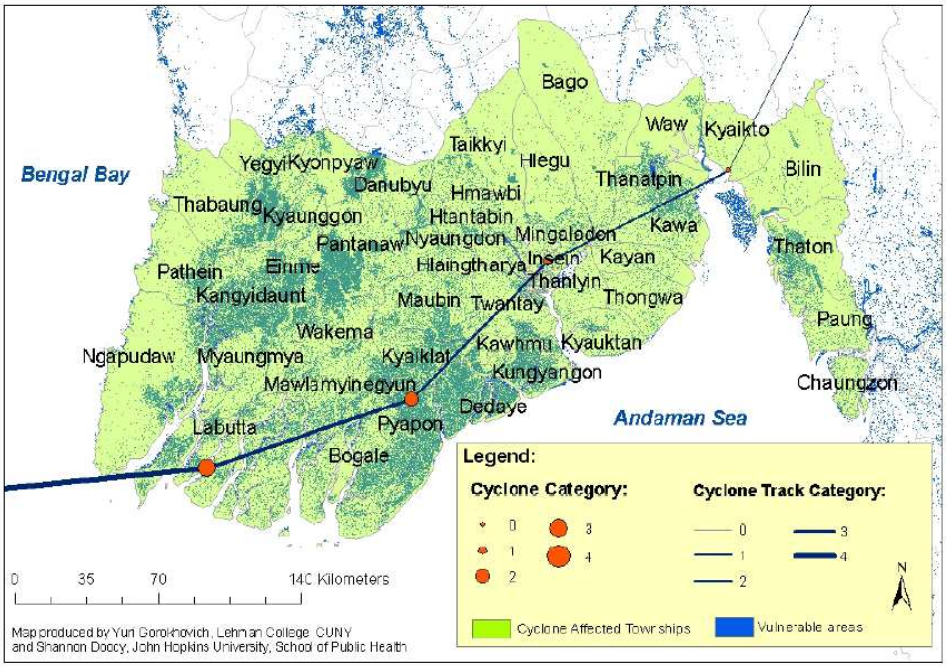
ความเสียหายเชิงพื้นที่ของประเทศเมียนมาร์จากพายุไซโคลนนาร์กีส



ที่มา: Hopkins, 2007.

ภาพที่ 2.6

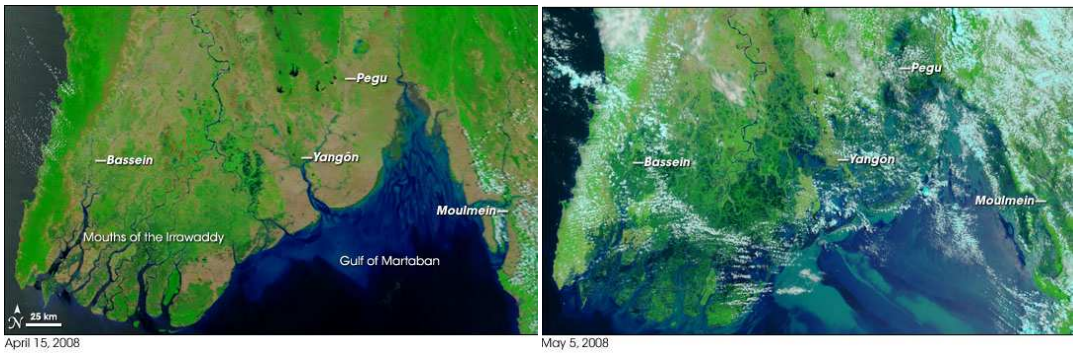
เส้นทางที่พายุไซโคลนนาร์กีสพัดผ่าน



ที่มา: Hopkins, 2007.

ภาพที่ 2.7

ลักษณะพื้นที่ก่อนและหลังการเกิดพายุไซโคลนนาร์กีส



ที่มา: Hopkins, 2007.

ตารางที่ 2.6

ลักษณะสำคัญของพายุเฮอร์ริเคนแคทรีนา

พายุเฮอร์ริแคทรีนา (hurricane Katrina)	
	ลักษณะโดยทั่วไป
	วันที่: 23 สิงหาคม พ.ศ. 2548
	สถานที่ก่อตัวของพายุ: บาฮามาสทางทิศตะวันออกเฉียงใต้
	ความเร็วลมสูงสุด ณ จุดศูนย์กลาง: 280 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	ระดับความรุนแรง (category): CAT 5
	พื้นที่พัดผ่าน: บาฮามาส ฟลอริดา อ่าวเมกซิโก หลุยส์เซียนา มิสซิสซิปปี
	ระยะเวลาของพายุ: 7 วัน
	ความเสียหาย
	จำนวนผู้เสียชีวิต: 1,836 คน
	มูลค่าความเสียหาย: 89.6 ร้อยล้านดอลลาร์สหรัฐ
	พื้นที่ที่เสียหาย: เมืองนิวออร์ลีน รัฐหลุยเซียนา เมืองไบลอกซี รัฐมิสซิสซิปปี

ที่มา: Brand, 2005.

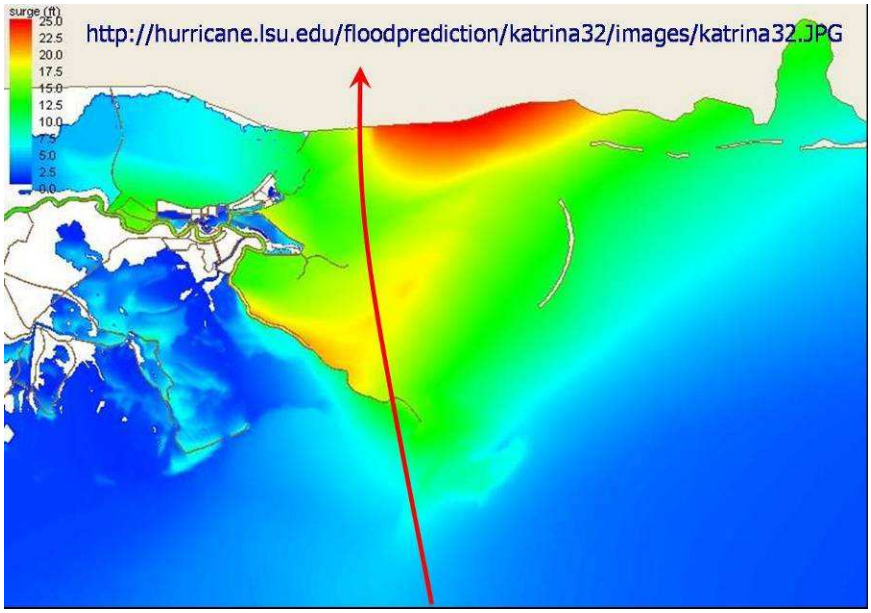
ที่มา: Wikipedia, 2008.

เฮอร์ริเคนแคทรีนาในพ.ศ. 2548 เป็นพายุเฮอร์ริเคนที่สร้างความเสียหายมากที่สุดติดหนึ่งในห้าลำดับพายุเฮอร์ริเคนที่สร้างความเสียหายมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นพายุที่มีความรุนแรงอันดับหนึ่งในหก โดยพายุแคทรีนานี้สร้างความเสียหายในพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ซึ่งเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งในหลายพื้นที่ พื้นที่ที่เกิดความเสียหายมากที่สุดคือเมืองนิวออร์ลีนส์ ในรัฐหลุยเซียนา ซึ่งระบบการจัดการน้ำท่วมประสบความล้มเหลว ซึ่งทำให้พื้นที่เขตเมืองร้อยละ 80 ประสบปัญหาน้ำท่วม

ประชาชนอย่างน้อย 1,836 คนไร้ที่อยู่อาศัย และมูลค่าความเสียหายประมาณ 812 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (ในปี พ.ศ. 2548) เฮอร์ริเคนแคทรีนาก่อตัวจากพายุดีเปรสชันทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของบาฮามาสใน และก่อตัวแรงขึ้นในวันถัดมา โดยเคลื่อนตัวจากรัฐฟลอริดาและใช้เวลาเคลื่อนตัวสองชั่วโมง คลื่นพายุซัดฝั่งที่มีสาเหตุจากพายุเฮอร์ริเคนแคทรีนาส่งผลให้ผนังกั้นน้ำมีรอยแตก ในรายงานของหน่วยงานวิศวกรรมโยธาสหรัฐอเมริกา ได้บ่งชี้ว่าสองในสามของการเกิดน้ำท่วมเกิดจากความล้มเหลวของระบบผนังป้องกันน้ำท่วมของเมือง นอกจากนี้หน่วยงานด้านการจัดการภัยพิบัติได้เปิดเผยพื้นที่ประสบภัยที่เกิดจากเฮอร์ริเคนแคทรีนามีพื้นที่เสียหายประมาณ 233,000 ตารางกิโลเมตรของประเทศสหรัฐอเมริกา

ภาพที่ 2.8

ระยะของการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งโดยเฮอร์ริเคนแคทรีนา



ที่มา: Locke, 2005.

พายุเฮอร์ริเคนแคทรีนา เป็นพายุที่คร่าชีวิตประชาชนประมาณ 1,500 คน ซึ่งเป็นพายุที่คร่าชีวิตประชาชนที่มากที่สุดในรอบ 80 ปีและเป็นพายุที่คร่าชีวิตประชาชนมากที่สุดเป็นอันดับที่ 3 ในประวัติศาสตร์สหรัฐอเมริกา ในครั้งนั้นเกิดความสูญเสียอย่างมาก ซึ่งเป็นพายุที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายมากที่สุดในประวัติศาสตร์ เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งสิ้น 75 ร้อยล้านดอลลาร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขัดขวางทางเศรษฐกิจ และพายุเฮอร์ริเคนริตา เป็นพายุที่คร่าชีวิต

ประชาชนน้อยกว่า 100 คน เนื่องจากมีการจัดการด้านการอพยพ ซึ่งเกิดความเสียหายรุนแรง คิดเป็นมูลค่าประมาณหนึ่งพันล้านดอลลาร์เนื่องจากลักษณะของการเดินทางของพายุ นั้นพัดผ่านพื้นที่ที่มีความหนาแน่นต่ำ

เจนเน็ท เฟลมมิ่ง (Gannett Fleming inc., 2007) กล่าวถึงสิ่งที่ได้จากการศึกษาข้อแตกต่างของพายุทั้งสองครั้ง ว่า ในกรณีที่เกิดพายุเฮอร์ริเคนแคทรีนาในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 ในเมืองฮุสตันถูกใช้ในการเป็นที่หลบภัยสำหรับผู้อพยพมากกว่า 150,000 รายจากนิวออร์ลีน ซึ่งจากการอพยพในครั้งนั้นส่งผลให้เกิดการอพยพที่ใช้ระยะเวลาสองวันซึ่งเป็นระยะเวลาที่มากที่สุดที่ใช้ในการอพยพในประวัติศาสตร์ ในขณะที่เหตุการณ์ของเฮอร์ริเคนริตาไม่ได้เกิดความเสียหายที่มากเมื่อเทียบกับเหตุการณ์ของเฮอร์ริเคนแคทรีนา ซึ่งผลจากการอพยพที่เกิดอย่างมากมายทำให้เมืองฮุสตันเกิดความเสียหายรวมถึงการใช้พลังงานที่มาก ซึ่งผลสรุปที่ได้จากการศึกษาการอพยพที่เกิดขึ้นอย่างมากในช่วงของการเกิดภัยพิบัติซึ่งอพยพเข้าสู่เมืองฮุสตันโดยศึกษาจากพายุเฮอร์ริเคนทั้งสองลูกได้ดังนี้

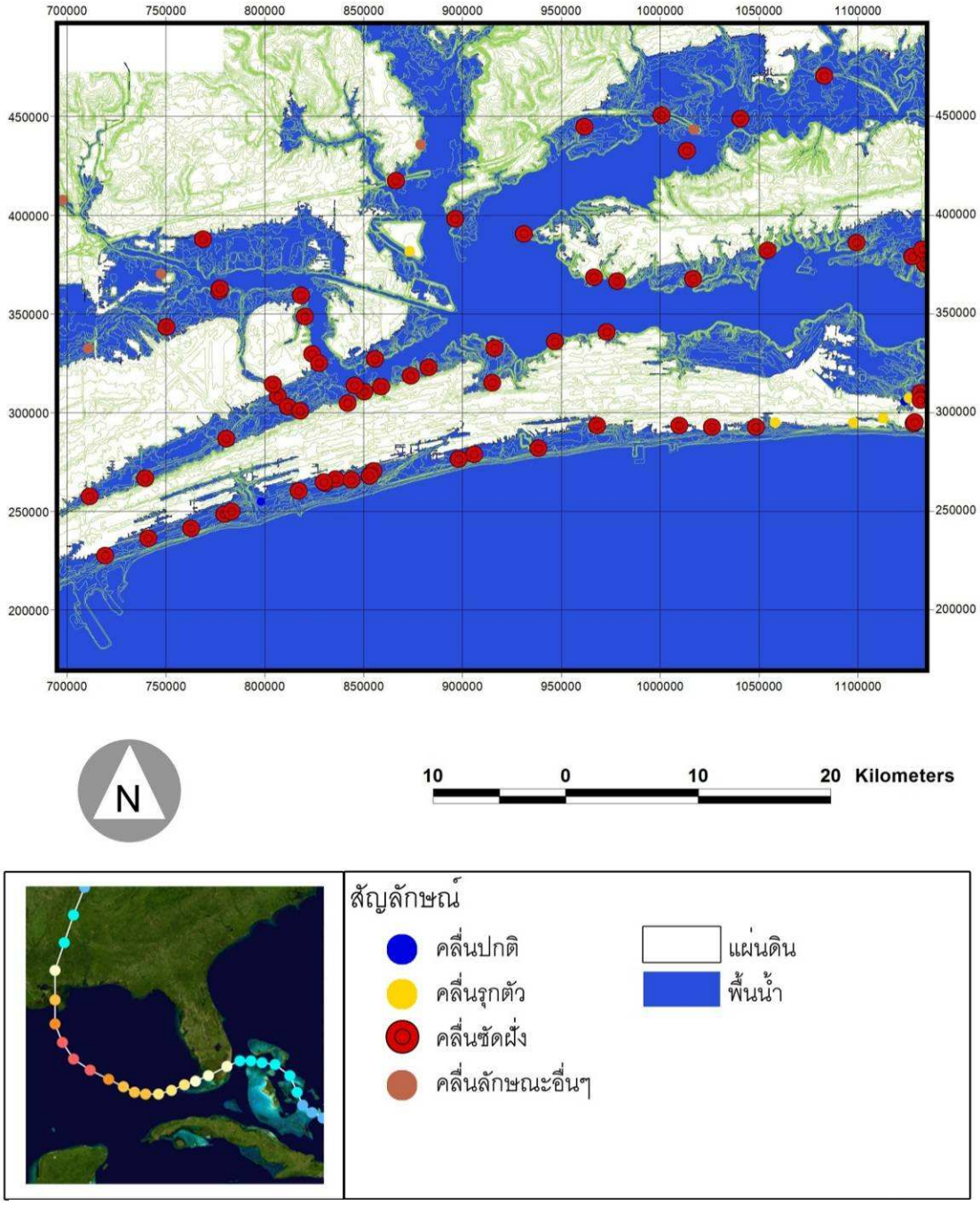
ในด้านการกำหนดแผนการอพยพจากพายุเฮอร์ริเคนพบว่า แผนการอพยพภัยจากพายุเฮอร์ริเคนแคทรีนานั้นมีความเหมาะสมสำหรับผู้ที่มียานพาหนะส่วนตัวแต่แผนการอพยพนั้นล้มเหลวในการให้การบริการประชาชนที่มีความจำเป็นที่ต้องใช้ระบบขนส่งมวลชน แผนการอพยพภัยจากพายุเฮอร์ริเคนริตาประสบความล้มเหลวเนื่องจากเกิดความไว้วางใจที่มากเกินไปในพาหนะ จึงส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรและการสิ้นเปลืองพลังงาน นอกจากนี้ยังมีความต้องการในการวางแผนและจัดการในช่วงภาวะฉุกเฉินมีประสิทธิภาพที่ต่ำเกิดขึ้นในพื้นที่

ในด้านความล้มเหลวที่เกี่ยวเนื่องกับระบบการคมนาคม พบว่าความล้มเหลวของการวางแผนการอพยพโดยมุ่งเน้นผู้ที่ไม่ได้ขับขี่ยานพาหนะ การเกิดความล้มเหลวในการนำแผนระบบการขนส่งไปใช้และแผนการอพยพโดยใช้รถโรงเรียน (school bus evacuation action plan) การเกิดความล้มเหลวในการประสานงานร่วมกันระหว่างยานพาหนะเช่าและแหล่งบริการน้ำมันเชื้อเพลิง การเกิดความล้มเหลวในการเปลี่ยนเส้นทางขาเข้าเพื่อใช้การอพยพการใช้ไหล่ทางสำหรับการอพยพ ซึ่งในบางกรณีวิธีการลักษณะนี้สามารถทำได้

จากการสำรวจโดย FEMA พบว่า จุดที่เกิดคลื่นพายุซัดฝั่งในรัฐมิสซิสซิปปีนั้นมีด้วยกัน 233 จุด โดยส่วนมากจะเป็นพื้นที่ชายฝั่ง

ภาพที่ 2.9

ประเภทของคลื่นที่เกิดจากพายุเฮอร์ริเคนแคทรีนา



ที่มา: FEMA, 2005.

ที่มา: Wikipedia, 2008.

ตารางที่ 2.7

ลักษณะสำคัญของพายุเฮอร์ริเคนไอแวน

เฮอร์ริเคนไอแวน (hurricane Ivan)	
	ลักษณะโดยทั่วไป
	วันที่: 2 กันยายน พ.ศ. 2547
	สถานที่ก่อตัวของพายุ: มหาสมุทรแปซิฟิค
	ความเร็วลมสูงสุด ณ จุดศูนย์กลาง: 270 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	ระดับความรุนแรงสูงสุด (category): CAT 5
	พื้นที่พัดผ่าน: ประเทศเวซูเอลา ประเทศจาไมกา ประเทศคิวบา ประเทศสหรัฐอเมริกา
	ระยะเวลาของพายุ: 20 วัน
	ความเสียหาย
	จำนวนผู้เสียชีวิต: 91คน
	มูลค่าความเสียหาย: 18.7 ร้อยล้านดอลลาร์สหรัฐ
	พื้นที่ที่เสียหาย: เกาะวินเทอร์วาร์ด ประเทศเวเนซูเอลา ประเทศจาไมกา ประเทศคิวบา รัฐอลาบามา รัฐฟลอริดา รัฐหลุยเซียนา รัฐเท็กซัส

ที่มา: Wikipedia, 2008.

เฮอร์ริเคนไอแวนเป็นพายุเฮอร์ริเคนลูกหนึ่งที่มีความรุนแรงที่สุด ในช่วงมรสุมปี พ.ศ. 2547 ซึ่งความรุนแรงของพายุเฮอร์ริเคนนั้นมีความรุนแรงสูงสุดในระดับที่ห้าในความรุนแรงของสเกลซิฟเฟอร์-ซิมป์สัน ซึ่งพื้นที่ที่ประสบความรุนแรงที่สุดเป็นบริเวณอ่าวเม็กซิโก ซึ่งนอกเหนือจากการเกิดคลื่นซัดฝั่งในหลาย ๆ พื้นที่แล้ว เฮอร์ริเคนไอแวนยังส่งผลให้เกิดพายุทอร์นาโดในพื้นที่ทางด้านตะวันออกของประเทศสหรัฐอเมริกาอีกด้วย เฮอร์ริเคนไอแวนส่งผลในหลายพื้นที่นอกเหนือจากประเทศสหรัฐอเมริกาได้แก่ ประเทศจาไมกา และทางตะวันตกของประเทศคิวบา

ในหลาย ๆ พื้นที่ของประเทศสหรัฐอเมริกานั้นเกิดฝนตกอย่างหนัก ซึ่งมีการประเมินความเสียหายที่ 13 ล้านเหรียญสหรัฐ

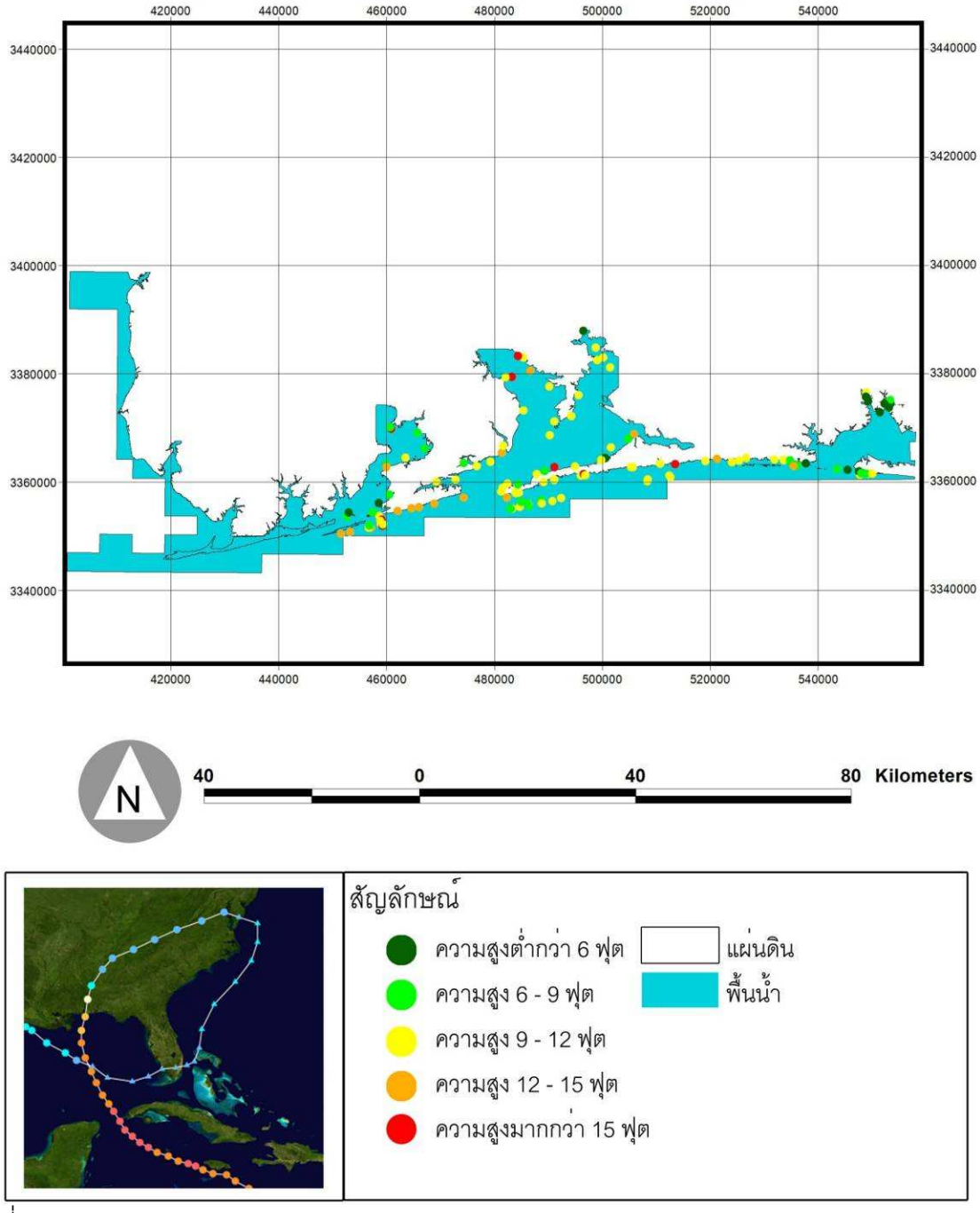
เมืองที่ทำการศึกษาคือเมืองเพนซาคอลลาร์ ในรัฐฟลอริดา (Pensacola, Florida) ซึ่งเป็นเมืองท่าในอ่าวเพนซาคอลาร์ ซึ่งเป็นพื้นที่ต่อจากอ่าวเม็กซิโก มีขนาดของพื้นที่ 102.7 ตารางกิโลเมตร ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่ 58.8 ตารางกิโลเมตรและพื้นที่น้ำ 43.9 ตารางกิโลเมตร มีประชากรในปี พ.ศ. 2550 เท่ากับ 54,283 คน คิดเป็นความหนาแน่น 956.8 คนต่อตารางกิโลเมตร ลักษณะของพื้นที่เป็นพื้นที่ราบ ซึ่งลักษณะที่ตั้งของเมืองเพนซาคอลาร์นั้นมีความเสี่ยงต่อพายุเฮอร์ริเคน ซึ่งในอดีตที่ผ่านมา เมืองเพนซาคอลาร์ได้เกิดน้ำท่วมทะลักสู่ฝั่ง พายุหลาย ๆ ลูกส่งผลต่อพื้นที่ ซึ่งพายุเฮอร์ริเคนที่สร้างความเสียหายให้แก่เมืองนี้ ได้แก่ เฮอร์ริเคนเอลลอร์ส ในปี พ.ศ. 2518 เฮอร์ริเคนเฟรดเดอร์ริค ในปี พ.ศ. 2522 เฮอร์ริเคนฮวน ในปี พ.ศ. 2528 เฮอร์ริเคนเอรินและเฮอร์ริเคนโอปอล์ ในปี พ.ศ. 2538 เฮอร์ริเคนจอร์จ ในปี พ.ศ. 2540 เฮอร์ริเคนไอแวนและเฮอร์ริเคนเดนนิส ในปี พ.ศ.2548 ปริมาณฝนที่ตกหนักอันเนื่องมาจากพายุเฮอร์ริเคนไอแวนนั้นทำให้เกิดดินถล่มในหลายพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชายฝั่ง นอกจากนี้สะพานที่เชื่อมต่อภายในรัฐหลายแห่งเกิดความเสียหายอย่างหนัก

ภาพที่ 2.10

ความเสียหายจากเฮอร์ริเคนไอแวน

ที่มา: Wikipedia, 2009.

ภาพที่ 2.11
ระดับความสูงของน้ำที่เกิดจากพายุเฮอร์ริเคนไอแวน



ที่มา: FEMA, 2006.

ที่มา: Wikipedia, 2007.

ตารางที่ 2.8

ลักษณะสำคัญของพายุโซนร้อนแฮเรียต

พายุโซนร้อนแฮเรียต (tropical storm Harriet)	
	ลักษณะโดยทั่วไป
	วันที่: 25 ตุลาคม พ.ศ. 2505
	สถานที่ก่อตัวของพายุ: ทะเลจีนใต้ อ่าวไทย
	ความเร็วลมสูงสุด ณ จุดศูนย์กลาง: 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	ระดับความรุนแรง (category): CAT5
	พื้นที่พัดผ่าน: อ่าวไทย, จังหวัดนครศรีธรรมราช
	ระยะเวลาของพายุ: 1 วัน
	ความเสียหาย
	จำนวนผู้เสียชีวิต: 56 ราย
	มูลค่าความเสียหาย: 377 ล้านบาท
	พื้นที่ที่เสียหาย: จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ที่มา: Wikipedia, 2008.

พายุโซนร้อนแฮเรียตมี เส้นผ่าศูนย์กลางของพายุ 300 กิโลเมตร มีความเร็วลม 180 – 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วในการเคลื่อนที่ 92.622 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่งผลให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง ซึ่งมีความสูงประมาณ 20 เมตร เกิดนาคเล่นน้ำ (water sprout) ซึ่งภายหลังจากการเกิดพายุลูกแรกผ่านไปแล้ว ในช่วงเวลาค่ำได้มีพายุอีกลูกพัดสวนทางทำให้ซากปรักพักพังบ้านเรือน ประชาชนที่เข้าใจว่าพายุได้สงบลงไปแล้วลงทะเล ส่งผลให้มีประชาชนล้มตายเป็นจำนวนมาก

ปาริสสา กาญจนกุล และ ภัชนารี เหล็กยอง(2550) กล่าวว่าพายุแฮเรียต (Harriet) ได้ก่อตัว และพัดถล่มเข้าประเทศไทยบริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2505 มีผู้เสียชีวิตและสูญหายเป็นจำนวนมาก

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมหาศาลคือ การที่พายุได้ทำลายเครื่องมือสื่อสาร ตัดเส้นทางการคมนาคมได้แก่ทางรถไฟ เกิดน้ำท่วมขัง ซึ่งทำให้การส่งความช่วยเหลือจากกรุงเทพมหานครและการส่งข่าวสารไปยังกรุงเทพมหานครต้องใช้ระยะเวลานาน อีกทั้งประชาชนยังไม่มีความเข้าใจถึงความหมายของพายุโซนร้อนดังที่นายแจ้ง ฤทธิเดช กล่าวว่า

"ประชาชนฟังประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยาไม่รู้เรื่อง การที่ราษฎรชาว จ. นครฯ ต้องสูญเสียอย่างมากมายครั้งนั้น เพราะเป็นเส้นทางของพายุผ่านตลอดทั้งจังหวัด วิทยุประกาศพวกเขาก็รู้แต่ฟังไม่เข้าใจ ถ้าใช้คำชาวบ้านเตือนกันก็จะเข้าใจมากกว่า พวกเขจะได้รู้ว่าพายุเหล่านั้นมีความร้ายแรงแค่ไหน" แจ้ง ฤทธิเดช (ตะลุมพุก มหาตภัยล้างแผ่นดิน, 2545)

"ทางราชการไม่รู้ว่า จะบอกให้ราษฎรรู้ตัวก่อน เพื่อป้องกันพายุได้อย่างไร เพราะไม่รู้แน่ว่า พายุจะมาหรือไม่ ถ้าพายุไม่มาจริง ราษฎร์ก็จะสวดเอา ถ้ามาจริง ก็ไม่รู้ว่าจะให้อพยพไปอยู่ที่ไหน เรื่องนี้เป็นเรื่องของเคราะห์กรรม ทางราชการก็ไม่รู้ว่า จะช่วยให้ความเสียหาย เบาบางลงได้อย่างไร" คำสารภาพของทางราชการ (ตะลุมพุก มหาตภัยล้างแผ่นดิน, 2545)

เจริญ เจริญรัชตภาคย์ (2550) กล่าวว่า ประเทศไทยไม่ค่อยจะได้รับความกระทบกระเทือนจากพายุหมุนที่มีกำลังแรงขนาดพายุไต้ฝุ่น เพราะมีเทือกเขาในประเทศเวียตนามและลาวเป็นกำแพงกั้นไว้ ทำให้กำลังของพายุอ่อนกำลังลงก่อนเข้าถึงประเทศไทยจนเหลือความรุนแรงระดับพายุโซนร้อนหรือพายุดีเปรสชั่น โดยเฉลี่ยแล้วจำนวนพายุโซนร้อนที่เข้าสู่ประเทศไทยในปีหนึ่ง ๆ เฉลี่ยประมาณ 3 ลูก ซึ่งมีโอกาสเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกันยายนและตุลาคม

ตำบลตะลุมพุกมีอาณาเขตพื้นที่ประมาณ 29.14 ตารางกิโลเมตร โดยลักษณะภูมิประเทศทั่วไปเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลมีความสูงประมาณ 1 – 5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะพื้นที่เป็นสวนมะพร้าวและเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พื้นที่บริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชมีลักษณะเป็นแผ่นดินเล็ก ๆ ยื่นออกไปในทะเล ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายมากกว่าพื้นที่แผ่นดินริมทะเลทั่ว ๆ ไปในกรณีที่เกิดพายุ ซึ่งถือได้ว่าเป็นภัยพิบัติที่รุนแรงที่สุดที่เคยเกิดขึ้นในภูมิภาคนี้ ยอดความเสียหายโดยรวมจากพายุโซนร้อนแฮเรียตใน พ.ศ. 2505 มีผู้เสียชีวิต 911 คน สูญหาย 142 คน บาดเจ็บสาหัส 252 คน ไม่มีที่อยู่อาศัย 10,314 คน จำนวน

บ้านเรือนเสียหาย 42,409 หลังคาเรือนและโรงเรียน 435 หลัง รวมมูลค่าความเสียหายทั้งสิ้น 377 ล้านบาท

ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล (2551) กล่าวว่า ในช่วงระยะเวลา 50 ปีที่ผ่านมาพบว่า ภัยธรรมชาติลักษณะนี้เคยเกิดขึ้นแล้วและมีผู้เสียชีวิต บ้านเรือนประชาชน พื้นที่การเกษตรเสียหายหลายสิบล้านไร่ อย่างคลื่นพายุหมุนที่อยู่ในความทรงจำที่ทำให้เกิดความเสียหายท่านมามีทั้งที่แหลมตะลุมพุก ซึ่งเกิดจากพายุโซนร้อนแฮเรียต ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก ซึ่งสิ่งที่เป็นอันตรายคือการไม่ได้รับข่าวสาร ไม่พยายามทำความเข้าใจ สมัยนี้มีความก้าวหน้าทางการสื่อสารและการพยากรณ์อากาศ การแจ้งเตือนจะช่วยให้ปลอดภัยเตรียมพร้อมได้ทัน ซึ่งในช่วงเดือนตุลาคมต่อเนื่องถึงเดือนธันวาคมของทุกปีเป็นช่วงที่มีโอกาสเกิดขึ้นของพายุ และไม่ใช่เฉพาะปีนี้ต้องติดตามเฝ้าระวังทุกปี และเมื่อทราบข่าวการพยากรณ์อากาศเพื่อความปลอดภัยควรออกจากเส้นทางพายุ

2.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัย

2.2.1 ลักษณะการบรรเทาภัยพิบัติ

คอลีนา วอร์ฟิลด์ (Warfield, 2009) กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการด้านภัยพิบัติ (disaster management) นั้นทำเพื่อที่จะลดหรือหลีกเลี่ยงความเสียหายที่เกิดขึ้นจากภัย ทำให้เกิดความพร้อมซึ่งนำไปสู่การช่วยเหลือและจัดการภัยอย่างเหมาะสมต่อเหยื่อผู้เคราะห์ร้ายและบรรลุเป้าหมายของการฟื้นฟูเยียวยาหลังจากเกิดภัยที่เหมาะสม ซึ่งวัฏจักรของการจัดการด้านภัยพิบัตินั้นจะดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยภาครัฐบาล ภาคธุรกิจ และภาคประชาชน โดยต้องคิดคำนึง ปรึกษาและจัดทำแผนร่วมกัน โดยหลักการของการบรรเทาสาธารณภัย กล่าวว่า การบรรเทาสาธารณภัยนั้นโดยหลักการแล้วจะจำแนกออกได้เป็น 4 ช่วง ดังนี้

1) ช่วงของการเตรียมการ (preparedness) ในช่วงนี้จะเป็นการวางแผนวิธีการในการตอบสนองต่อภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ได้แก่การเตรียมแผนรับมือ การฝึกฝนการอพยพฉุกเฉิน การเตรียมระบบการเตือนภัย เป็นต้น

2) ช่วงของการตอบสนองต่อภัย (response) ในช่วงนี้จะเป็นการกระทำการเพื่อลดภัยพิบัติ เช่นการค้นหาผู้เคราะห์ร้าย การช่วยเหลืออย่างฉุกเฉิน เป็นต้น

3) ช่วงของการฟื้นฟูเยียวยา (recovery) ในช่วงนี้จะเป็นการปฏิบัติการเพื่อทำให้ระบบกลับคืนสู่ปกติ เช่น การสร้างที่พักชั่วคราว เงินทุน และการให้ความช่วยเหลือทางด้านเวชภัณฑ์ เป็นต้น

4) ช่วงของการลดผลกระทบ (mitigation) ในช่วงนี้จะเป็นการลดผลกระทบจากภัยพิบัติให้ได้มากที่สุด ได้แก่การออกกฎหมายความคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน การวิเคราะห์หรือประเมินความเสี่ยง การให้การศึกษา เป็นต้น

ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปถึงลักษณะของกิจกรรมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยมีพื้นฐานจากการใช้ระบบการวางแผนจัดการเพื่อลดความเสียหายของพายุอย่างฉุกเฉินได้ดังนี้ซึ่งหน่วยงานหรือภาคส่วนที่เกี่ยวข้องจำเป็นที่ต้องเข้ามาดำเนินงานในส่วนต่าง ๆ โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

ตารางที่ 2.9

บทบาทหน้าที่ในการจัดการภัยพิบัติและกลุ่มทางสังคม

กลุ่มทางสังคม	การประเมินภาวะฉุกเฉิน	การปฏิบัติการในช่วงภัยพิบัติ	การปกป้องประชาชน	การจัดการการบังเกิดของเหตุการณ์
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในด้านการเตือนภัย	ระบุภัยคุกคาม ป้องกันผลกระทบ จำแนกหรือระดับภาวะฉุกเฉิน		การออกประกาศเตือนภัย	การกระตุ้น การระบุภัย ความร่วมมือกันระหว่างภายในและภายนอกองค์กร การให้ข่าวสารแก่ประชาชน
หน่วยงานจัดการภาวะฉุกเฉินในรัฐ	การจำแนกหรือระดับภาวะฉุกเฉิน		การเลือกวิธีการปฏิบัติเมื่อเกิดภัย การออกประกาศเตือน	การกระตุ้น การระบุภัย ความร่วมมือกันระหว่างภายในและภายนอกองค์กร

ที่มา: Warfield, 2009.

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

กลุ่มทางสังคม	การประเมินภาวะฉุกเฉิน	การปฏิบัติการในช่วงภัยพิบัติ	การปกป้องประชาชน	การจัดการการบังเกิดของเหตุการณ์
หน่วยงานจัดการภาวะฉุกเฉินในรัฐ			แผนการป้องกัน	การให้ข่าวสารแก่ประชาชน
หน่วยงานจัดการภาวะฉุกเฉินท้องถิ่น	การจำแนกหรือระดับภาวะฉุกเฉิน		การเลือกวิธีการปฏิบัติเมื่อเกิดภัย การออกประกาศเตือน แผนการป้องกัน	การกระตุ้น การระบุภัย ความร่วมมือกันระหว่างภายในและภายนอกองค์กร การให้ข่าวสารแก่ประชาชน
ข่าวสาร	การรับรู้ภัยของภาคประชาชน	การปฏิบัติการในช่วงภัยพิบัติ	การออกประกาศเตือน	การกระตุ้น การระบุภัย การให้ข่าวสารแก่ประชาชน
องค์กรต่างๆที่เกี่ยวข้อง	การรับรู้ภัยของภาคประชาชน	การป้องกันเชิงพื้นที่ การควบคุมอันตรายจากเศษวัสดุ การป้องกันเชิงโครงสร้าง	การออกประกาศเตือน แผนการป้องกัน	การกระตุ้น ความร่วมมือกันระหว่างภายในและภายนอกองค์กร

ที่มา: Warfield, 2009.

2.2.2 ลักษณะการบรรเทาภัยจากคลื่นพายุซัดฝั่ง

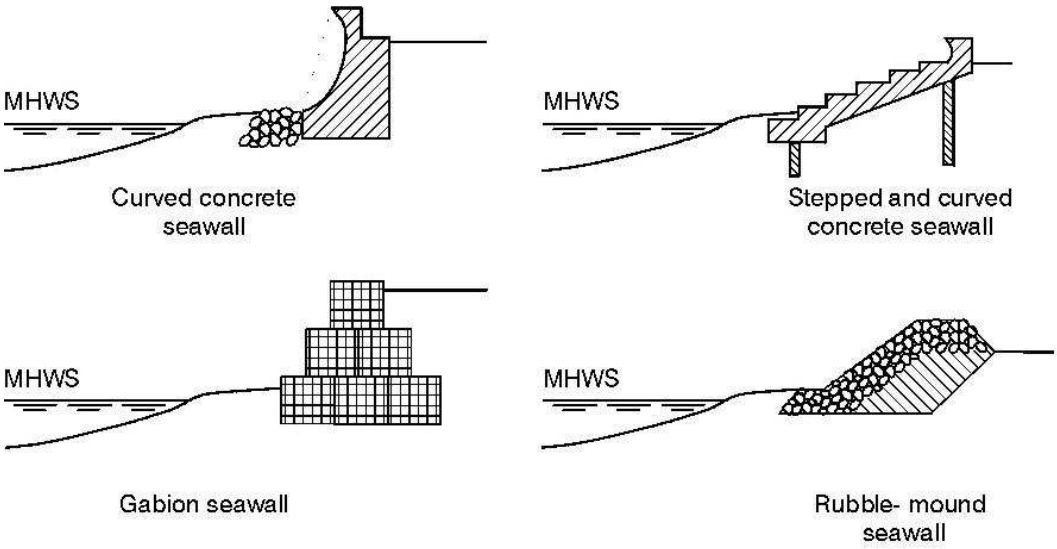
Costal Wiki (2009) อ้างว่า ลักษณะของการบรรเทาภัยคลื่นพายุซัดฝั่งสามารถจำแนกลักษณะของการจัดการภัยพิบัติคลื่นพายุซัดฝั่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การบรรเทาโดยการใช้โครงสร้าง ทั้งที่เป็นโครงสร้างเบา (soft-structure) หรือการใช้โครงสร้างหนัก (hard structure) และการบรรเทาโดยการไม่ใช้โครงสร้าง (non-structure) โดยสามารถจำแนกการบรรเทาในแต่ละรูปแบบได้ดังนี้

1) การบรรเทาโดยการใช้โครงสร้าง (structural measurement)

การสร้างกำแพงทะเล (sea wall) กำแพงทะเลเป็นโครงสร้างหนึ่งซึ่งแบ่งแยกเขตน้ำและเขตพื้นดิน ซึ่งถูกออกแบบเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งและภัยอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากแรงกระทำของคลื่นและคลื่นพายุซัดฝั่ง การสร้างกำแพงทะเลถือเป็นการบรรเทาภัยโดยใช้โครงสร้างหนัก เนื่องจากเป้าหมายของการป้องกันแรงของคลื่นโดยสมบูรณ์ กำแพงทะเลเป็นโครงสร้างเชิงป้องกันซึ่งจะตั้งบริเวณที่ที่การป้องกันเชิงพื้นที่ไม่สามารถทำได้ ด้านบนของกำแพงทะเลมักถูกออกแบบเป็นทางเดินเพื่อเป็นการเสริมสร้างทัศนียภาพของพื้นที่

ภาพที่ 2.12

ลักษณะของกำแพงทะเล



ที่มา: Costal Wiki, 2009 .

กำแพงทะเลอีกลักษณะหนึ่ง (revetments) เป็นลักษณะการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งอันเนื่องจากคลื่นทะเลและคลื่นพายุซัดฝั่งสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่กำแพงทะเลชนิดฝัง (buried structure) และกำแพงแบบถม (exposed structure) การสร้างกำแพงทะเลในลักษณะนี้สามารถสร้างโดยการใช้ถุงทราย จีโอเท็กซ์ไทล์ เป็นต้น ลักษณะของการทำ revetment นั้นสามารถป้องกันการกัดเซาะได้แต่ไม่สามารถป้องกันน้ำท่วมได้

การเสริมสร้างความแข็งแรงบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง (stabilization) ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่ การสร้างความแข็งแรงให้แก่เนินทราย (dune stabilization) และ โดยเป็นการเพิ่มความแข็งแกร่งเชิงนิเวศน์ซึ่งสามารถทำได้ทุกบริเวณชายฝั่งที่มีทราย ซึ่งเป็นการใช้กำแพงทางธรรมชาติและมีพืชคลุมดินซึ่งสามารถป้องกันคลื่นจากภัยคลื่นพายุซัดฝั่งได้ นอกจากนี้ยังเป็นการรักษาภูมิทัศน์บริเวณพื้นที่ชายฝั่ง อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีเสริมสร้างความแข็งแกร่งบริเวณพื้นที่ชายฝั่งจำเป็นที่จะต้องได้รับการวางแผนและความช่วยเหลือจากหน่วยงานหลายฝ่าย

การสร้างความแข็งแรงให้แก่หน้าผา (cliff stabilization) เป็นวิธีสร้างความแข็งแกร่งให้แก่พื้นที่บริเวณชายฝั่งโดยเฉพาะพื้นที่หน้าผา ซึ่งควรทำเฉพาะพื้นที่ที่มีความจำเป็นเท่านั้น การเสริมสร้างความแข็งแกร่งด้วยวิธีนี้สามารถทำได้ในพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะได้

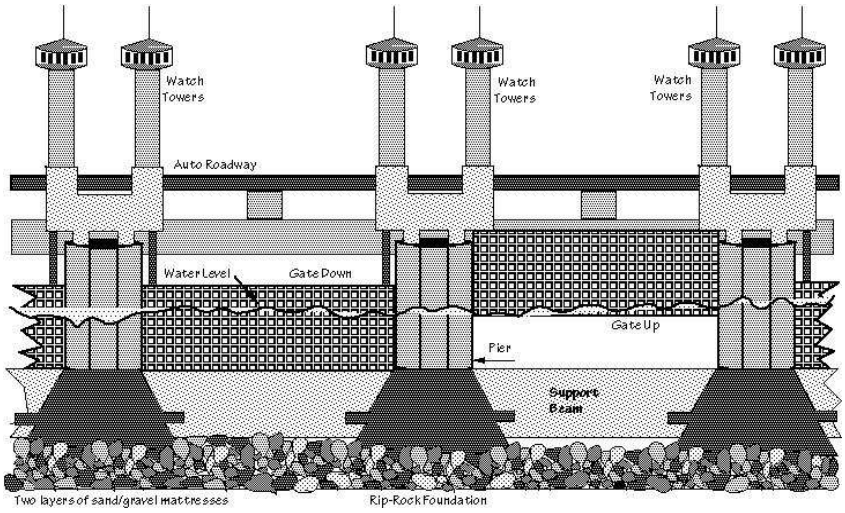
การสร้างกำแพงกันคลื่น (breakwaters) วิธีการสร้างกำแพงสลายคลื่นนั้นถูกใช้เพื่อการป้องกันพื้นที่บริเวณชายฝั่งและชายทะเล โดยทั่วไปแล้วจะสร้างขนานกับแนวชายฝั่งในพื้นที่เกิดคลื่น (surf-zone) กำแพงกันคลื่นจะเป็นการสร้างแนวปะทะคลื่นเพื่อลดความรุนแรงของคลื่นลงก่อนถึงพื้นที่ชายฝั่ง ซึ่งลักษณะของการใช้กำแพงกันคลื่นจะแตกต่างกันตามลักษณะของชายฝั่งซึ่งจะมีทั้งที่สร้างเพื่อติดอยู่กับที่ และสร้างกำแพงกันคลื่นแบบลอย โดยกำแพงกันคลื่นเดี่ยว (detached breakwaters) นั้นเป็นแบบที่ใช้เป็นปกติที่สุด

การสร้างผนังกั้นน้ำ (storm surge barrier) ซึ่งเป็นการบรรเทาความเสียหายโดยการใช้โครงสร้างรูปแบบหนึ่ง ซึ่งประเทศที่ทำการบรรเทาความเสียหายโดยวิธีนี้ได้แก่ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล โดยจะเป็นการกั้นน้ำจากทะเลที่อาจรุกตัวเข้ามายังแม่น้ำในกรณีที่เกิดพายุหนัก เพื่อลดปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำที่ติดต่อกับทะเล โดยการสร้างผนังกั้นน้ำนี้สร้างเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมที่อาจเกิดในเมืองรอธเธอร์ดัม (Rotterdam) และเมืองอื่น ๆ ในพื้นแผ่นดินจากการเกิดพายุขนาดใหญ่ โดยปกติแล้วจะทำการเปิดประตูเขื่อนไว้เพื่อใช้ในการสัญจรทางน้ำ และในกรณีที่เกิดพายุ ประตูเขื่อนจะถูกปิดเพื่อป้องกันคลื่นน้ำที่เกิดจากพายุซัดเข้าไปยังพื้นที่เมืองได้

ภาพที่ 2.13
ผนังกั้นน้ำในประเทศเนเธอร์แลนด์

ที่มา: MSN Encarta, 2009.

ภาพที่ 2.14
ลักษณะโครงสร้างของผนังกั้นน้ำ



ที่มา: University of Missouri-Columbia, 1997.

การสร้างอาคารหลบภัยหรืออาคารพักชั่วคราว (shelters or temporary house) แนวคิดในการสร้างอาคารหลบภัยชั่วคราวนั้นได้นำไปใช้ในหลายประเทศที่เคยประสบภัยพิบัติทางน้ำ ได้แก่ ประเทศบังคลาเทศ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งลักษณะของอาคารหลบภัยชั่วคราวจะใช้เป็นอาคารชุมชนหรือที่ชุมนุมของคนในชุมชนในกรณีที่ไม่เกิดภัย แต่เมื่อเกิดภัยจะเปลี่ยนสภาพเป็นอาคารหลบภัยชั่วคราวในกรณีที่เกิดภัย โดยลักษณะของตัวอาคารจะเห็นอาคารที่ยกใต้ถุนสูงเพื่อให้น้ำไหลผ่านไปได้

ภาพที่ 2.15
ลักษณะของอาคารหลบภัยชั่วคราว (shelter)

ที่มา: Khan, 2008.

ในกรณีที่บ้านเรือนในพื้นที่ประสบภัยเสียหายจะต้องมีการจัดหาพื้นที่อยู่อาศัยชั่วคราวเพื่อให้ผู้ประสบภัยสามารถใช้ชีวิตต่อไปได้ในขณะที่ทำการบูรณะซ่อมแซมอาคารที่เสียหาย ซึ่งลักษณะของอาคารพักชั่วคราวจะเป็นที่อยู่อาศัยที่มีลักษณะเพื่ออยู่อาศัยโดยมีสิ่งจำเป็นพื้นฐานเท่าที่จำเป็นเท่านั้น โดยลักษณะจะเป็นอาคารชั่วคราวลักษณะเป็นกล่องเรียงเป็นแถวซึ่งอาจจะอยู่ในพื้นที่ประสบภัยหรือนอกพื้นที่ประสบภัยก็ได้

ภาพที่ 2.16
ลักษณะของที่อยู่อาศัยชั่วคราว (temporary house)

ที่มา: Disaster Relief Logistic, 2008.

2) การบรรเทาโดยการไม่ใช้โครงสร้าง (non-structural measurement)

การออกประกาศเตือน (warning system) การออกประกาศเตือนเป็นวิธีหนึ่งที่มีส่วนสำคัญในการลดความเสียหายต่อชีวิตของประชาชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัย การออกประกาศเตือนมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ประชาชนสามารถวางแผนและเตรียมตัวเพื่อรับมือกับภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การออกประกาศเตือนจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือสารสนเทศที่สามารถคาดการณ์ถูกต้อง แม่นยำ รวมถึงสื่อที่ออกประกาศเตือนจะต้องใช้หลายวิธี ได้แก่ วิทยุ โทรทัศน์ อินเตอร์เน็ต การประกาศเสียงตามสาย เป็นต้น

การวางแผนการอพยพ (evacuation planning) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เขตเมืองซึ่งมีจำนวนประชาชนที่มาก โดยการวางแผนอพยพเป็นสิ่งจำเป็นซึ่งต้องมีการวางแผนจัดการที่เป็นระบบและต้องมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในช่วงของการอพยพจะเกิดความโกลาหล การอพยพที่มีประสิทธิภาพมีส่วนช่วยให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อประชาชนลดลงได้

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่อพยพ

2.3.1 การศึกษาของพื้นที่ปลอดภัย

เว่ย ซู โนริโกะ โอคาดะ มิชิโนริ ฮาตะยามะ และ ซุนหยาง ฮี (Xu, Okada, Hatayama & He, 2005) กล่าวว่าพื้นที่หลบภัย (disaster shelter) นั้นจะต้องปกป้องผู้คนจากภัยพิบัติโดยจะต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงหรือโครงสร้างที่ไม่เกิดการสั่นสะเทือนเมื่อเกิดแผ่นดินไหว ผนังกันไฟและหน้าต่างที่มีความแข็งแรง โดยในอดีตนั้นประเทศญี่ปุ่นได้มีการสร้างกระท่อมหลบภัย (salvation hut; Osukui Goya in Japan) ในยุคสมัยเอโดะ ซึ่งได้แสดงให้เห็นถึงหลักการพื้นฐานของการสร้างที่หลบภัย และในปัจจุบัน มีเมืองมากกว่า 1,000 เมืองได้นำเอาแนวคิดนี้ไปใช้ในเมืองนั้น ๆ โดยในหลายเขตการปกครองหรือเมืองนั้นจะมีคู่มือการจัดการพื้นที่ปลอดภัย (shelter management manuals; ANICE: 2548) จนกระทั่งในปี คริสตศักราช 1999 ได้เกิดพายุทอร์นาโดในหลายพื้นที่ได้แก่หลายพื้นที่ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Arkadelphia และ Arkansan) และในประเทศญี่ปุ่น (Oklahoma และ Kansan) ซึ่งภายหลังจากเหตุการณ์นั้น ทำให้หลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ต้องจัดทำแผนการบรรเทาในระดับประเทศเช่น FEMA, American Red Cross: ARC จัดทำมาตรฐานของการวางแผนที่หลบภัย (disaster shelter planning standard)

ในหลายประเทศได้มีระดับหรือระบบของพื้นที่หลบภัย โดยในประเทศญี่ปุ่นจะมีการจำแนกระดับของพื้นที่หลบภัยออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่หลบภัยที่เป็นที่รู้จัก (namely wide area shelter) พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter) พื้นที่หลบภัยที่ได้มีการจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้สำหรับผู้ที่จำเป็นต้องใช้ (accommodation shelter for people who need support) และพื้นที่โล่งในบริเวณภายนอกอาคารในกรณีที่การหลบภัยเข้าสู่ตัวอาคารนั้นทำได้ยากหรือไม่สามารถทำได้ โดยหลักการแล้ว พื้นที่หลบภัยจะใช้เมื่อต้องการป้องกันเหยื่อหรือประชาชนชั่วคราว ประชาชนจะต้องอพยพหรือกระจายไปสู่พื้นที่หลบภัย

ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีประเภทของพื้นที่หลบภัยด้วยกัน 2 ประเภท คือพื้นที่หลบภัยฉุกเฉินที่เป็นที่รู้จัก (namely emergency shelter) และ พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter) ซึ่งพื้นที่หลบภัยฉุกเฉินในประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีลักษณะและการใช้งานคล้ายกับพื้นที่หลบภัยชั่วคราวของประเทศญี่ปุ่น ในขณะที่พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter) ในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นจะมีลักษณะ ความหมายรวมถึงการใช้งานที่ใกล้เคียงกับพื้นที่หลบภัยที่

ได้มีการจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้สำหรับผู้ที่จำเป็นต้องใช้ (accommodation shelter) ในประเทศญี่ปุ่น

ในประเทศจีน มีลักษณะของพื้นที่หลบภัยหนึ่งประเภท คือ พื้นที่หลบภัยฉุกเฉินที่เป็นที่รู้จัก (namely emergency shelter) ซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราว ในขณะที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกยังชีพได้ถูกเตรียมไว้ใช้ในกรณีที่เกิดภัย

ภาพที่ 2.17
ลักษณะของพื้นที่หลบภัยฉุกเฉิน

ที่มา: army-technology, 2008.

ความหมายของพื้นที่หลบภัยนอกจากจะแตกต่างตามลักษณะของแต่ละประเทศแล้ว ลักษณะของพื้นที่ปลอดภัยนั้นยังมีความแตกต่างตามเขตการปกครอง หรือเมืองด้วย ดังนี้

ตารางที่ 2.10
ลักษณะและคำจำกัดความของพื้นที่หลบภัยในเมืองและประเทศต่าง ๆ

สถานที่	ลักษณะของพื้นที่หลบภัย	คำจำกัดความ
เมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น (ANICE 2005)	พื้นที่หลบภัยขนาดกว้าง (wide area shelter)	สวนสาธารณะขนาดใหญ่หรือพื้นที่โล่งที่สามารถปกป้องผู้ประสบภัยอันเนื่องจากการเกิดอัคคีภัยจากแผ่นดินไหวหรือความเสี่ยงจากภัยพิบัติอื่น ๆ
	พื้นที่นัดพบชั่วคราว (temporary meeting place)	สนามเด็กเล่น ศาลเจ้าหรือวัดที่คนในชุมชนสามารถรวมพลได้อย่างเร่งด่วนเพื่อรอคอยการอพยพในขั้นต่อไป
	พื้นที่หลบภัย (shelter)	อาคารเช่นโรงเรียนหรือศูนย์ชุมชนซึ่งสามารถรองรับผู้ประสบภัยได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่สูญเสียบ้านเรือนจากเหตุภัยพิบัติต่าง ๆ
	พื้นที่หลบภัยลำดับที่สอง (secondary shelter)	สวัสดิการทางสังคมซึ่งสามารถจัดหาสิ่งจำเป็นพื้นฐานให้แก่ผู้สูงอายุ หรือคนพิการที่ต้องการความช่วยเหลือ
เมืองโยโกฮามา ประเทศญี่ปุ่น (ANICE 2005)	พื้นที่หลบภัยขนาดกว้าง (wide area shelter)	สถานที่ที่ปกป้องผู้คนจากการแผ่ขยายของความร้อนและควันที่เกิดจากเพลิงไหม้ที่มีสาเหตุมาจากแผ่นดินไหว และการอพยพต้องใช้ระยะเวลานาน
	พื้นที่นัดพบชั่วคราว (temporary meeting place)	สถานที่ที่ผู้อพยพมารวมกันก่อนที่จะทำการอพยพไปสู่พื้นที่หลบภัย
	พื้นที่มั่นคงสำหรับการบรรเทาภัยพิบัติในชุมชน (community disaster prevention foothold)	พื้นที่ ซึ่งโดยส่วนมากจะเป็นโรงเรียนประถมศึกษา และพื้นที่จะต้องมีการส่งถ่ายข้อมูลข่าวสารรวมไปถึงสิ่งจำเป็นพื้นฐานได้

ที่มา: Xu, 2005.

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

สถานที่	ลักษณะของพื้นที่หลบภัย	คำจำกัดความ
เมืองโยโกฮามา ประเทศญี่ปุ่น (ANICE 2005)	พื้นที่หลบภัยพิเศษ (special shelter)	พื้นที่ที่จัดไว้สำหรับผู้ที่มีความจำเป็นเฉพาะในการได้รับการดูแลและช่วยเหลือ
เมืองโอซากา ประเทศญี่ปุ่น (ANICE 2005)	พื้นที่หลบภัยขนาดกว้าง (wide area shelter)	พื้นที่ขนาดใหญ่ที่สามารถรองรับประชาชนจากเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดจากแผ่นดินไหวหรือภัยพิบัติอื่น ๆ ที่คาดการณ์ว่าจะเป็นภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นอย่างรุนแรง
	พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter)	พื้นที่ปลอดภัยเช่นสวนสาธารณะหรือพื้นที่โล่งในชุมชนที่ซึ่งสามารถอพยพสามารถรองรับผู้ประสบภัยได้อย่างน้อย 200 คน (1 ตร.ม./คน)
เมืองโอซากา ประเทศญี่ปุ่น (ANICE 2005)	พื้นที่หลบภัยที่มีเครื่องอำนวยความสะดวก (accommodation shelter)	สถานที่ที่มีการอำนวยความสะดวกด้านอาหารให้แก่ผู้ประสบภัยผู้ซึ่งสูญเสียที่อยู่อาศัย หรือผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือในระยะยาวหรือต่อเนื่อง
	พื้นที่หลบภัยที่ได้มีการจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกให้สำหรับผู้ที่จำเป็นต้องใช้ (accommodation shelter for people who need support)	พื้นที่ปลอดภัย เช่นศูนย์ให้บริการในชุมชนหรือศูนย์บริการชุมชนเพื่อให้บริการแก่ประชาชนผู้ต้องการความช่วยเหลือ
เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น (ANICE 2005)	พื้นที่หลบภัยขนาดกว้าง (wide area shelter)	พื้นที่ที่มีขนาดที่เพียงพอต่อการปกป้องประชาชนจากแผ่นดินไหวหรือเพลิงไหม้ที่เกิดจากแผ่นดินไหว

ที่มา: Xu, 2005.

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

สถานที่	ลักษณะของพื้นที่หลบภัย	คำจำกัดความ
เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น (ANICE 2005)	พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter)	พื้นที่ภายนอกอาคารเช่นสนามเด็กเล่น หรือสถานศึกษา เพื่อใช้เป็นที่หลบภัยในทันทีทันใดภายหลังจากการเกิดแผ่นดินไหว ในบางกรณีสามารถใช้พื้นที่ภายในอาคารเป็นที่หลบภัยได้ชั่วคราวเช่นกัน
	พื้นที่หลบภัยที่มีเครื่องอำนวยความสะดวก (accommodation shelter)	มีสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ประสบภัยที่สูญเสียที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่โล่งที่มีการกางเต้นท์เพื่อการอยู่อาศัยชั่วคราว
	ที่หลบภัยสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือ (shelter for people who need support)	มีสิ่งอำนวยความสะดวกเช่นสวัสดิการทางสังคมเพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุและคนไม่สามารถใช้ชีวิตปกติในพื้นที่หลบภัยที่มีเครื่องอำนวยความสะดวกได้
ประเทศสหรัฐอเมริกา (Quarantelli, 1995)	พื้นที่หลบภัยฉุกเฉิน (emergency shelter)	พื้นที่หลบภัยฉุกเฉินสำหรับผู้เสี่ยงต่อภัยพิบัติสำหรับอยู่อาศัยในช่วงระยะเวลาที่สั้น
	พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter)	พื้นที่หลบภัยสำหรับผู้ซึ่งต้องอพยพเนื่องจากภัยพิบัติสำหรับอยู่อาศัยในระยะเวลาหนึ่ง
เมืองปักกิ่ง ประเทศจีน (Yang et al,2004)	พื้นที่หลบภัยฉุกเฉิน (emergency shelter)	พื้นที่ที่ใช้ปกป้องผู้ประสบภัยจากภัยพิบัติ เพื่อที่อยู่อาศัยชั่วคราว หรือช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์

ที่มา: Xu, 2005.

การวางแผนพื้นที่หลบภัยนั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการวางแผนอย่างเป็นบูรณาการในการจัดการภัยพิบัติ ซึ่งสมควรเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวางแผนร่วมกันกับหน่วยงานที่มีส่วนในการจัดการภัยฉุกเฉิน หน่วยงานรักษาความปลอดภัยและความร่วมมือกันของประชาชนในพื้นที่ สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งในการวางแผนพื้นที่หลบภัยคือ การระบุขนาดของพื้นที่ (spatial scale) ของพื้นที่แต่ละพื้นที่ โดยสามารถจำแนกพื้นที่ออกเป็น 4 ระดับได้ดังนี้

1) ระดับบ้านเรือน (household level) ในระดับนี้จะเป็นพื้นที่หลบภัยซึ่งถูกสร้างขึ้นในบ้านพักอาศัย เพื่อใช้ในการหลบภัยในกรณีที่เกิดภัยพิบัติฉับพลันและรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ พื้นที่หลบภัยในระดับนี้อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า พื้นที่หลบภัยเบื้องต้น (primary shelter; FEMA 320: 1998)

2) ระดับละแวกบ้าน (neighborhood level) พื้นที่หลบภัยในระดับละแวกบ้านนั้นสามารถที่จะใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราวและใช้หลบภัยในระหว่างการเกิดภัยพิบัติและการกู้ชีพในขณะที่การอพยพเข้าสู่จุดหลบภัยที่ดีกว่านั้นไม่สามารถที่จะกระทำได้เนื่องจากระยะเวลาที่ไม่เพียงพอในการอพยพไปสู่พื้นที่ที่ดีกว่าได้ โดยส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่เป็นที่โล่ง เช่น สวนสาธารณะในระดับละแวกบ้าน ลานจอดรถ เป็นต้น

3) ระดับพื้นที่หลบภัยในชุมชน (refuge zone level or community level) ในระดับนี้พื้นที่หลบภัยจะมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นพื้นฐาน เช่น บ้านพักชั่วคราวสำหรับผู้ประสบภัยที่ไม่มีที่อยู่อาศัยอันเนื่องจากที่อยู่อาศัยได้รับความเสียหาย ซึ่งที่หลบภัยในพื้นที่นี้จะใช้ในขั้นที่ทำการฟื้นฟูพื้นที่ภายหลังจากการเกิดภัยพิบัติ

4) ระดับภูมิภาค (regional or wider level) ในระดับนี้จะเป็นพื้นที่หลบภัยสำหรับหลายชุมชน ซึ่งจะมีความแตกต่างกับการวางแผนพื้นที่หลบภัยในชุมชน โดยการวางแผนพื้นที่หลบภัยในระดับนี้จะเน้นถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หลบภัยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกหลายแห่งในระดับภูมิภาค ซึ่งในการวางแผนพื้นที่หลบภัยในระดับนี้จะเป็นการวางแผนโดยรัฐบาลกลางหรือรัฐบาลท้องถิ่น

การวางแผนพื้นที่หลบภัยควรจะต้องพิจารณาด้วยเกณฑ์ต่างๆ เพื่อให้การอพยพเข้าสู่พื้นที่หลบภัยนั้นเกิดความสูญเสียน้อยที่สุด ซึ่งในแต่ละประเทศจะมีมาตรฐานในการวางแผนพื้นที่หลบภัยที่คล้ายกัน แต่มีความแตกต่างกันในด้านรายละเอียด ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

ตารางที่ 2.11
มาตรฐานในการวางแผนพื้นที่หลบภัยในประเทศต่าง ๆ

เกณฑ์	Tokyo, Japan (TMG, 2000)	FEMA 361, USA (FEMA, 2000)	Beijing, China (Yang et al, 2004)
ลักษณะของภัยพิบัติ	แผ่นดินไหวและอัคคีภัยอันเกิดจากแผ่นดินไหว	พายุทอร์นาโดและเฮอร์ริเคน	แผ่นดินไหว อุทกภัย อัคคีภัย และแก๊สระเบิด
หลักการ	จะต้องตั้งอยู่ในพื้นที่ปลอดภัย จะต้องมีเส้นทางอพยพที่ปลอดภัย จะต้องจัดการโดยประชาชนในชุมชน	จะต้องตั้งอยู่ในพื้นที่ปลอดภัย จะต้องสร้างด้วยโครงสร้างที่ปลอดภัย	จะต้องตั้งอยู่ในพื้นที่ปลอดภัย จะต้องมีระยะทางในการอพยพที่สั้น
ชนิด	ที่หลบภัยเบื้องต้น ที่หลบภัยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน	ที่หลบภัยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน	ที่หลบภัยเบื้องต้น
โครงสร้าง	โครงสร้างกันสะเทือนและผนังกันไฟ	โครงสร้างกันสะเทือนและผนังกันไฟ	ไม่ได้ระบุ
สิ่งอำนวยความสะดวก	สวนสาธารณะและโรงเรียน	single-use or multi-use	สวนสาธารณะ สนามเด็กเล่น ยิมเนเซียม
ขนาดความสามารถในการรองรับ	พื้นที่ขั้นต่ำ 600 ตร.ม 1 ตร.ม/คน ในที่หลบภัยเบื้องต้นและ 1.5 ตร.ม/คนในที่หลบภัยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน	6 ตร.ฟุต/คน สำหรับทอร์นาโด 20 ตร.ฟุต/คน สำหรับเฮอร์ริเคน	พื้นที่ขั้นต่ำ 10,000 ตร.ม 1.5-2 ตร.ม./คน

ที่มา: Xu, 2005.

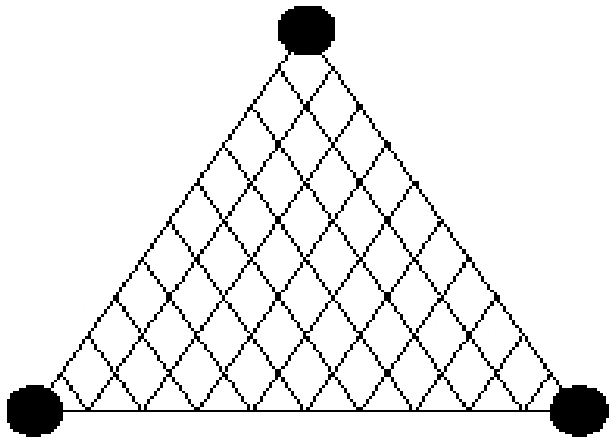
ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

เกณฑ์	Tokyo, Japan (TMG, 2000)	FEMA 361, USA (FEMA, 2000)	Beijing, China (Yang et al, 2004)
เส้นทางอพยพ	กว้างกว่า 12 เมตร	กว้างกว่า 12 เมตร	อย่างต่ำ 2 เส้นทาง
ลักษณะอพยพ	การเดินทางด้วยเท้า	การเดินทางด้วยเท้า	การเดินทางด้วยเท้า
ระยะทาง, เวลาในการอพยพ	รัศมีการให้บริการ 500-700 เมตร	ระยะเวลาเข้าถึงภายใน 5 นาที	ระยะเวลาเข้าถึงภายใน 5-10 นาที รัศมีการให้ บริการ 500 เมตร
สัญญาณ	สัญญาณมาตรฐานของประเทศ	สัญญาณที่สามารถเข้าใจได้ง่าย	หลายภาษา ชัดเจน และสามารถเข้าใจได้ง่าย
เกณฑ์อื่น ๆ	เป็นสถานที่ที่คนในพื้นที่คุ้นเคย	มีกรระบายอากาศ แสงไฟฟ้า มีเสบียงและพลังงานฉุกเฉิน	ศูนย์สั่งการฉุกเฉิน แสงไฟฟ้าและห้องน้ำ

ที่มา: Xu, 2005.

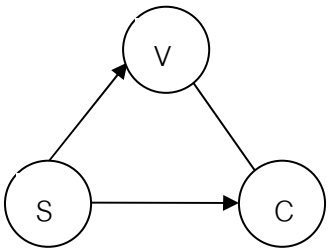
การวางแผนพื้นที่หลบภัยนั้น จะต้องทำการประเมินเพื่อหาศักยภาพของการจัดการในกรณีเกิดภัยพิบัติจะต้องพิจารณาในองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน โดยการพิจารณาหลักจะเน้นอยู่ด้วยกันทั้งสิ้น 3 ด้าน ได้แก่ การอยู่รอด (survivability) การมีชีวิตหรือสำคัญต่อชีวิต (vitality) และความสามารถในการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกัน (conviviality) ซึ่งเป็นจุดหลักของการวิเคราะห์แบบ vitae system โดยเป้าหมายหลักคือ เป็นการบูรณาการของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตในด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความพอใจร่วมกัน ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ระบบในลักษณะของการเน้นสิ่งหนึ่งเพื่อไปสู่อีกสองสิ่งในระบบ (system) ซึ่งมีแนวคิดดังภาพที่ 2.17 ดังนี้

ภาพที่ 2.18
แนวคิดของการวิเคราะห์การวางแผนพื้นที่หลบภัยโดยใช้หลักการของ Vitae system



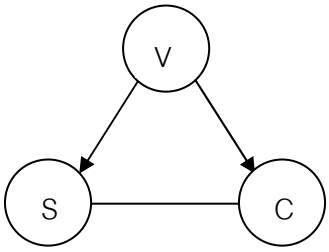
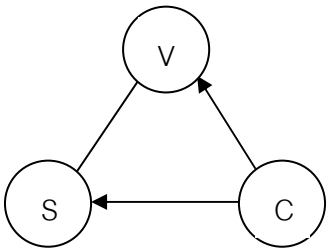
ที่มา: Xu, 2005.

ตารางที่ 2.12
เกณฑ์ของการวางแผนพื้นที่หลบภัยในแนวคิดของ Vitae system

ลักษณะ	เกณฑ์พิจารณา	ตัวชี้วัด
	ปลอดภัยจากความเสี่ยงจากภัยพิบัติ	สถานที่ตั้ง, โครงสร้าง
	การเข้าถึงพื้นที่หลบภัย	เส้นทางในการอพยพ, ระยะเวลาในการอพยพ
	สิ่งอำนวยความสะดวก ความสามารถในการรองรับของพื้นที่หลบภัย	ขนาดของพื้นที่, ความสามารถในการรองรับการใช้งาน
	ความยั่งยืนของการให้บริการในชีวิต	อาหาร, น้ำดื่ม

ที่มา: Xu, 2006.

ตารางที่ 2.12 (ต่อ)

ลักษณะ	เกณฑ์พิจารณา	ตัวชี้วัด
	ความสามารถในการรองรับช่วยเหลือรวมกัน	การช่วยเหลือภายในระหว่างคนที่อยู่ในพื้นที่หลบภัย
	การให้บริการในสิ่งที่จำเป็นพื้นฐานต่อชีวิต	การพัฒนาความเป็นส่วนตัวในพื้นที่หลบภัย พื้นที่หรือห้องสำหรับผ่อนคลายแก่ผู้ประสบภัย
	การเชื่อมโยงไปยังทรัพยากรรวมถึงข้อมูลข่าวสารภายนอก	การอพยพเข้าสู่พื้นที่หลบภัยระดับละแวกบ้าน
	การเชื่อมโยงไปยังการกู้ภัยรวมถึงการช่วยเหลือที่มีความเปราะบาง	หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านความเปราะบาง
	การสื่อสารระยะไกล	โทรทัศน์ โทรศัพท์
	โครงข่ายทางสังคม	ห้องส่วนตัว

ที่มา: Xu, 2006.

จากลักษณะของรูปแบบหรือลักษณะในเบื้องต้นสามารถอธิบายแนวทางในการวางแผนได้ดังนี้

1) เน้นความสามารถในการอยู่รอดได้ (S → V& C type)

ในลักษณะนี้จะเน้นในด้านของความสามารถในการอยู่รอดได้โดยจะเน้นในเรื่องของความปลอดภัย ซึ่งจะต้องเน้นเรื่องของที่ตั้งของพื้นที่หลบภัย จะต้องมีความปลอดภัยต่อภัยพิบัติอื่น ๆ โครงสร้างที่ใช้เป็นพื้นที่หลบภัยจะต้องมีความคงทน แข็งแรง ซึ่งโดยหลักการในอดีตแล้ว พื้นที่หลบภัยควรตั้งอยู่บนพื้นที่ที่ไม่เป็นทีเสี่ยงต่อภัยพิบัติเช่น พื้นที่น้ำท่วมถึง พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว เป็นต้น ในด้านความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่หลบภัยนั้นสามารถประเมินได้โดยการพิจารณาถึงระยะเวลาที่ใช้ในการอพยพ ซึ่งขึ้นอยู่กับเส้นทางในการอพยพ ลักษณะของการอพยพและความรวดเร็วในการอพยพ ในด้านความจุของพื้นที่หลบภัย จะต้องทำการประเมินความสามารถในการรองรับของพื้นที่หลบภัยด้วย ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความต้องการด้านพื้นที่ต่อ

คน รวมถึงความต้องการเฉพาะอย่างของกลุ่มผู้ประสบภัยต่าง ๆ เช่นผู้สูงอายุหรือผู้พิการ นอกจากนี้ จะต้องให้ความสำคัญต่อการให้ความช่วยเหลือในระยะยาวด้วย เนื่องจากการเกิดภัยพิบัติในบางครั้ง พื้นที่หลบภัยจะต้องเป็นที่รองรับผู้ประสบภัยตั้งแต่ระหว่างการเกิดภัยพิบัติจนถึงในขั้นตอนของการฟื้นฟูหรือบรรเทาพื้นที่ที่ได้รับความเสียหาย ซึ่งสิ่งจำเป็นคือ อาหาร ยารักษาโรค ต่าง ๆ เป็นต้น

2) เน้นความสำคัญต่อการดำรงชีวิต (V → S & C type)

ในลักษณะนี้จะต้องเน้นการช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างพื้นที่หลบภัยหลาย ๆ แห่งในละแวกบ้าน เช่น การแบ่งปันกันของปัจจัยสี่ ที่ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต การดูแลกันในด้านกายภาพและทางสังคม นอกจากนี้จะต้องพิจารณาในด้านการให้ความช่วยเหลือในด้านการให้บริการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงของการฟื้นฟูและบูรณะภายหลังจากการเกิดภัยพิบัติ การพัฒนาความเป็นส่วนตัว การป้องกันการรบกวนทางเสียงและการสร้างห้องพักหรือพื้นที่เพื่อให้ผู้ประสบภัยผ่อนคลายจะช่วยให้สภาพจิตใจของผู้ประสบภัยดีขึ้น

3) เน้นความสามารถในการอยู่ร่วมกัน (C → S & V type)

ในลักษณะนี้จะต้องเน้นการเชื่อมโยงพื้นที่หลบภัยไปสู่ทรัพยากรภายนอก เช่น พื้นที่หลบภัยในระดับอื่น ๆ เนื่องจากในกรณีที่เกิดภัยพิบัติขึ้นเป็นระยะเวลานานหรือช่วงระยะเวลาในการเกิดภัยพิบัตินั้นมีระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น พื้นที่หลบภัยเบื้องต้นไม่มีความปลอดภัยแล้ว ผู้ประสบภัยจะต้องกระจายไปสู่พื้นที่หลบภัยในระดับที่สูงกว่า ซึ่งสามารถประเมินได้จากจำนวนพื้นที่หลบภัยในชุมชนนั้น รวมถึงเส้นทางในการเข้าถึงพื้นที่หลบภัย เส้นทางในการช่วยเหลือกู้ภัย นอกจากนี้จะต้องพิจารณาถึงการเชื่อมโยง ติดต่อสื่อสารออกไปยังภายนอก เพื่อประโยชน์ในการที่จะเข้าไปทำการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากภายนอก รวมถึงการกู้ภัย นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงการบำรุง ช่วยเหลือ ฟื้นฟูระบบโครงข่ายทางสังคม เช่น ผู้ที่อพยพมาจากชุมชนเดียวกัน เมื่อเข้ามาอยู่ในพื้นที่หลบภัย หรือพื้นที่พักพิงชั่วคราว กลุ่มคนที่มาจากชุมชนเดียวกันควรที่จะอาศัยอยู่ด้วยกัน เพราะจะทำให้กลุ่มคนเหล่านั้นยังมีความรู้สึกถึงความเป็นกลุ่มกัน เพื่อที่จะทำให้การดำรงชีวิตของแต่ละกลุ่มนั้นกลับเป็นปกติให้เร็วที่สุด

2.3.2 การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการอพยพ

แผนรับมือภัยพิบัติฉุกเฉินของประเทศออสเตรเลีย (Australian Emergency Manuals series, 1998) ได้ให้ความหมายของการอพยพดังนี้ การอพยพถือเป็นหนึ่งในกระบวนการลดความเสี่ยงที่เกิดจากภัยพิบัติหรือภาวะฉุกเฉินในชุมชน ซึ่งหมายความรวมไปถึงการย้ายประชาชนไปสู่พื้นที่ปลอดภัย (safe location) อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการวางแผนเป็นอย่างดีจึงจะทำให้การอพยพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การอพยพยังพิจารณารวมไปถึงการนำประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ปลอดภัยเดิมกลับมาสู่พื้นที่ชุมชนเดิม

บริษัทเจนเน็ท เฟลมมิ่ง (Gannett Fleming inc, 2006) กล่าวว่า การอพยพฉุกเฉิน (emergency evacuation) คือการที่เกิดการเคลื่อนย้ายของคนจากพื้นที่ที่อันตรายอันเนื่องมาจากภาวะคุกคามต่าง ๆ หรือในช่วงของการเกิดภัยพิบัติ ซึ่งการอพยพฉุกเฉินสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งที่ไม่มีการวางแผนและทั้งที่มีการวางแผนก็ได้ ในบางครั้งอาจมีความเกี่ยวเนื่องกับความหวาดกลัวของประชาชนต่อสถานการณ์ซึ่งจะเกิดการอพยพขนาดใหญ่ของคนในพื้นที่ที่อันตรายสู่พื้นที่ปลอดภัย และการอพยพอีกรูปแบบหนึ่งคือการอพยพในท้องถิ่น (localized evacuation) เป็นเหตุการณ์ที่ประชาชนอพยพชั่วคราวจากที่อยู่อาศัยของตนที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ที่อันตรายจากภัยคลื่นพายุซัดฝั่งเข้าสู่พื้นที่ปลอดภัยซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไกลจากพื้นที่ชายฝั่ง โดยการอพยพจะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้แก่ การเกิดอุทกภัยหรือพายุขนาดใหญ่ การก่อการร้าย การปนเปื้อนหรือรั่วไหลของสารเคมีและพื้นที่เสี่ยงต่อการแผ่กระจายของรังสีนิวเคลียร์

โมเซ่น จาฟารีย์ (Jafari et. al, 2003) กล่าวถึงจุดบรรลุของการวางแผนการอพยพคือการลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากภัยให้ได้มากที่สุด การเตรียมการและวางแผนให้พร้อมต่อการอพยพเมื่อเกิดภัยจะทำให้ผู้อพยพเกิดความมั่นใจและสามารถจัดการหรือตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้อย่างดี รวมถึงสามารถนับยอดผู้รอดชีวิตในกรณีที่เกิดภัยได้ การวางแผนการอพยพจะทำเพื่อการวิเคราะห์ภัยที่เป็นไปได้ที่สามารถเกิดในเมืองหรืออาคาร และทำการพัฒนาเพื่ออพยพประชาชนเข้าสู่พื้นที่ปลอดภัย

ไวท์เฮด (Whitehead et. al., 2001) กล่าวว่าจากการเกิดเฮอร์ริเคนฟอยด์ (Hurricane Floyd) นำไปสู่การอพยพซึ่งอธิบายลักษณะของพฤติกรรมในการอพยพ ซึ่งจะต้องทำความเข้าใจลักษณะของการอพยพในกรณีที่เกิดพายุและความสามารถในการให้ข้อมูลที่ได้ทำการคาดการณ์ซึ่งมีพื้นฐานจากพฤติกรรมเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการในภาวะฉุกเฉิน โดยการจัดการการอพยพในภาวะฉุกเฉินจะประกอบไปด้วยการสั่งการการอพยพ การเปลี่ยนแปลงเส้นทางจราจร

การปิดกั้นสะพาน และการตัดสินใจในการอพยพโดยพิจารณาจากผู้ได้รับการอพยพเป็นสำคัญ ข้อมูลข่าวสารเป็นสิ่งสำคัญมากในการวางแผนในภาวะฉุกเฉินในการที่จะทำความเข้าใจว่า เพราะเหตุใดประชาชนจึงทำการเส้นทางที่เลือกและผลกระทบทางเศรษฐกิจของประชาชนในช่วงของการเกิดภัยพิบัติ ซึ่งจากศึกษาลักษณะของพฤติกรรมของการอพยพในกรณีที่เกิดพายุเฮอร์ริเคนต่าง ๆ (Hurricane Bonnie, Hurricane Denis & Hurricane Floyd) พบว่าการตัดสินใจในการอพยพจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น การครอบครองสัตว์เลี้ยง, การได้รับคำสั่งในการอพยพ และสภาพอากาศหรือผู้อยู่อาศัยในเคหสถาน ปัจจัยสำคัญในการตรวจสอบพฤติกรรมในการอพยพสำหรับเฮอร์ริเคนโบนนี่ คือความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วม เพศของผู้อพยพ และระดับของการศึกษา ในขณะที่ชาติพันธุ์เป็นปัจจัยที่ได้รับการตรวจสอบพฤติกรรมในการอพยพสำหรับเฮอร์ริเคนเดนนิส แต่ในการเกิดภัยในครั้งนั้นประชาชนที่อยู่ในพื้นที่อพยพภัยคลื่นซัดฝั่งไม่ได้ถูกอพยพมาทั้งหมด และประชาชนที่อาศัยอยู่นอกพื้นที่อพยพภัยคลื่นพายุซัดฝั่งต่างกลับเข้าไปอยู่ในบ้านตนเอง ก่อให้เกิดปัญหาการจราจรและการเข้าพักในที่หลบภัยและโรงแรม นอกจากนี้การให้ความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนในเนื้อหาของความเสี่ยงของภัยน้ำท่วมยังคงช่วยยกระดับลักษณะและขั้นตอนของการตัดสินใจในการอพยพ

ในลักษณะของการจราจรที่ติดขัดในพื้นที่ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีความพยายามของประชาชนที่จะอพยพไปสู่พื้นที่ที่ปลอดภัยกว่าก่อนที่เฮอร์ริเคนฟอยด์จะเข้าสู่พื้นที่เสี่ยง เส้นทางอพยพจะต้องถูกวางแผนเพื่อช่วยให้ประชาชนทำการประเมินอย่างเป็นจริงและตื่นตัวต่อความเสี่ยงนั้น ๆ เพื่อการจำกัดการอพยพที่ไม่จำเป็นออก นอกจากนี้จะต้องจัดหาพื้นที่ปลอดภัยที่อยู่ใกล้ที่พักอาศัยและยังเป็นการจัดการการแนวทางของการอพยพที่ดีกว่าของผู้ที่มีความจำเป็นต้องทำการอพยพ ซึ่งนโยบายการอพยพนั้นควรต้องวางแผนพร้อมกับการวางแผนการตัดสินใจในการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ชายฝั่ง หน่วยงาน องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการคมนาคมจะต้องวางแผนพัฒนาการอพยพในเชิงภูมิภาค นอกจากนี้ยังต้องการการค้นคว้า วิจัยเป็นอย่างมากเพื่อที่จะอธิบายและทำความเข้าใจถึงการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางในการอพยพรวมถึงวิธีการในการอพยพ เทคโนโลยีที่สำคัญได้แก่ แบบจำลองในคอมพิวเตอร์และการคาดการณ์ลักษณะของการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งรวมถึงความรุนแรงที่เกิดขึ้นในพื้นที่เฉพาะแห่ง สามารถช่วยประชาชนในการประเมินระดับของความเสี่ยง การขยายการให้ความรู้ ความเข้าใจจะต้องนำมาใช้เพื่อที่จะช่วยเหลือประชาชนในเขตพื้นที่ชายฝั่งเพื่อที่ทำการเน้นการอพยพที่ไม่จำเป็น ซึ่งจะทำให้การทำการประเมินการตัดสินใจในการอพยพนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้การสร้างทางเลือกใน

ด้านต่าง ๆ ได้แก่การกำหนดพื้นที่ปลอดภัย ต้องทำการเน้นโดยผ่านการให้เงินกู้ยืม เงินทุนการสร้างที่หลบภัยสาธารณะและมาตรการแรงจูงใจจากภาครัฐ

หน่วยวิจัยการจราจรระดับประเทศ (Transportation Research Board of the National Academies, 2008) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการตอบสนองของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการคมนาคมในกรณีที่เกิดการอพยพฉุกเฉิน ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยลักษณะของเขตเมือง ลักษณะของเหตุฉุกเฉิน ลักษณะทางพฤติกรรม ลักษณะของระบบขนส่งมวลชน และทรัพยากร ซึ่งสามารถจำแนกในรายละเอียดได้ดังนี้

ตารางที่ 2.13
ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการอพยพฉุกเฉิน

ลักษณะ	ปัจจัย
ลักษณะของเขตเมือง (characteristic of the urban area)	1) ลักษณะทางประชากร (ขนาดประชากร, ความหนาแน่นของประชากร)
	2) ลักษณะทางสังคมเศรษฐกิจ (ประชากรสูงอายุ, ผู้พิการและทุพพลภาพ, ประชากรที่มีรายได้ต่ำ, ประชากรที่อพยพเข้าสู่พื้นที่เมือง)
	3) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ (ขนาดความกว้างของโครงข่ายระบบขนส่งมวลชน, ข้อจำกัดบนเส้นทางอพยพ)
	4) แนวทางของของนโยบายและองค์กรที่จัดการ
ลักษณะของเหตุฉุกเฉิน (characteristics of the Emergency)	1) ระยะเวลาในการเกิดซ้ำ
	2) ข้อสังเกตเห็นเมื่อเกิดภัย
	3) ลักษณะของภัยที่เกิดขึ้น
	4) ขนาดเชิงพื้นที่ที่จะทำการอพยพ
	5) ช่วงเวลาในการเกิดภัย
	6) ระยะเวลาของการเกิดภัย
ลักษณะทางพฤติกรรม (Behavioral Characteristic)	1) ประสบการณ์ในการเผชิญภัยและการใช้ระบบขนส่งมวลชน
	2) ปัจจัยเชิงวัฒนธรรม
	3) เงินทุนและความน่าเชื่อถือ

ที่มา: The Role of Transit in Emergency Evacuation: p. 51.

ตารางที่ 2.13 (ต่อ)

ลักษณะ	ปัจจัย
ทรัพยากร (resource)	1) เทคโนโลยี
	2) การยอมรับซึ่งกันและกัน (mutual-aid agreement)
	3) เงินทุนสำหรับการวางแผนและการฝึกซ้อมในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
ลักษณะของระบบขนส่งมวลชน (characteristics of the Transit System)	1) ขนาดของระบบ
	2) พื้นที่เขตการให้บริการ
	3) การเชื่อมต่อของรูปแบบการเดินทางและความยืดหยุ่นของระบบ
	4) ลักษณะและขีดความสามารถในการรองรับของระบบขนส่งมวลชนนั้น
	5) ลักษณะของการให้บริการ
	6) การบูรณาการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการสั่งการเมื่อเกิดภัย
	7) ความต่อเนื่องของระบบในกรณีที่เกิดภัยฉุกเฉิน

ที่มา: The Role of Transit in Emergency Evacuation: p. 51.

นอกจากนี้ประเด็นหลักที่จะส่งผลกระทบต่อความสามารถเชิงพื้นที่ในการที่จะวางแผนเพื่อการอพยพในกรณีฉุกเฉินคือ ความไม่แน่นอนของจำนวนของผู้อพยพที่จะเข้าสู่พื้นที่ ประชาชนหลายรายเลือกที่จะรอจนถึงนาทีสุดท้ายก่อนที่จะทำการอพยพ ในขณะที่หลายรายเลือกที่จะอพยพไปสู่พื้นที่ปลอดภัยซึ่งอาจจะไม่มีความจำเป็นเนื่องจากพื้นที่ที่อยู่อาศัยเดิมนั้นมีความปลอดภัยแล้วแต่คิดว่าพื้นที่หลบภัยนั้นมีความปลอดภัยมากกว่า ซึ่งเรียกว่า การอพยพเงา (shadow evacuation) จากเมืองฮุสตันเมื่อพายุเฮอร์ริเคนริตาที่มีขนาดกำลังแรงระดับ 5 เข้ามาสู่ภูมิภาคที่มีระยะเวลาน้อยกว่าหนึ่งเดือนนับจากเกิดพายุเฮอร์ริเคนแคทรีนา

2.4 แนวคิดของการนำเครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศมาใช้ในการวิเคราะห์

รัส จอห์นสัน (Johnson, 2000) กล่าวว่า การจัดการภัยฉุกเฉินจะช่วยชี้นำทางในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานภาครัฐในระดับต่าง ๆ เพื่อที่จะทำการอบสนองและให้ความช่วยเหลือเบื้องต้น ในทุกระยะหรือช่วงในการจัดการภาวะฉุกเฉิน จะต้องใช้ข้อมูลที่มา

จากหลายหน่วยงาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติภัยสามารถที่จะจำแนกออกได้เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) การวางแผน (planning) คือ กิจกรรม ที่กระทำในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ความน่าจะเป็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหตุฉุกเฉินที่กระทบต่อชีวิต ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อม ซึ่งในขั้นตอนของการวางแผนนั้น บทบาทของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศจะต้องเริ่มจากการระบุสถานที่หรือพื้นที่อาจก่อให้เกิดภัยได้ในช่วงระยะเวลาฉุกเฉิน และที่ใดบ้างที่สามารถใช้เป็นพื้นที่ที่จะให้ความช่วยเหลือได้ แล้วจึงทำการให้ความช่วยเหลือในด้านอื่น ๆ ต่อไป ดังนั้น ในขอบเขตของการวางแผนโดยการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศในขอบเขตของการจัดการภัยจะเป็นในด้านการเตรียมการเชิงพื้นที่เพื่อเตรียมพร้อมในขั้นตอนต่อไป

2) การลดผลกระทบ (mitigation) คือ กิจกรรมที่ลดความน่าจะเป็นในการเกิดภัยพิบัติต่าง ๆ ทั้งที่เป็นเชิงโครงสร้างและที่ไม่เป็นเชิงโครงสร้าง นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงกิจกรรมในระยะยาวที่จะลดผลกระทบจากภัยที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ในด้านการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศในขั้นตอนนี้จะได้จากการที่ทราบแล้วว่าพื้นที่ใดบ้างที่มีความเสี่ยงและพื้นที่ใดบ้างที่มีความเสี่ยงในระดับต่ำ ความต้องการในการบรรเทาภัย ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเสี่ยงภัย ซึ่งจะเป็นการประเมินความเสี่ยงของพื้นที่

3) การเตรียมความพร้อม (preparedness) ดือ กิจกรรมที่ทำเพื่อรักษาชีวิตคน และลดความเสียหายที่เกิดจากภัยพิบัติให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ รวมทั้งการหาวิธีการตอบสนองต่อภัยพิบัติที่ดีกว่าการจัดการในรูปแบบเดิม ในการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศจะเป็นการใช้เพื่อหาที่ตั้งของสิ่งให้ความช่วยเหลือได้แก่ โรงพยาบาล สถานีดับเพลิง พื้นที่หลบภัย เป็นต้น

4) การตอบสนอง (response) คือ กิจกรรมที่กระทำสืบเนื่องจากภาวะฉุกเฉินหรือภัยพิบัติ ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ จะถูกกำหนดเพื่อให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยหรือผู้เคราะห์ร้าย ได้แก่ การค้นหาผู้รอดชีวิต พื้นที่หลบภัยฉุกเฉิน การให้บริการทางการแพทย์ นอกจากนี้ยังค้นหาแนวทางที่จะควบคุมสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ รวมไปถึงการลดโอกาสในการเกิดความเสียหายที่ตามมา

5) การฟื้นฟูเยียวยา (recovery) คือ กิจกรรมที่จะทำให้วิถีชีวิต ความเสียหายหรือระบบที่โกลาหลกลับสู่สภาพเดิมหรือสภาพปกติ ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็นสองช่วง คือในช่วงระยะสั้น (short-term period) โดยจะเป็นกิจกรรมซึ่งเน้นการเยียวยาเพื่อให้ผู้ประสบภัยสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างปกติตามมาตรฐาน และในช่วงระยะยาว (long-term period) ซึ่งจะเป็น

กิจกรรมที่กระทำต่อเนื่องภายหลังจากการเกิดภัยพิบัติ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้ประชาชนสามารถดำเนินชีวิตได้ตามปกติหรือดีขึ้นกว่าเดิม

โดยในการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพนั้นสามารถวิเคราะห์ได้โดยการใช้เครื่องมือโปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศ (Geographical Information System: GIS) นั้นได้มีแนวคิดของ การวิเคราะห์ซ้อนทับกลุ่มข้อมูลเชิงพื้นที่แบบกำหนดเงื่อนไข (Multi-Criteria Decision Method-MCDM) เป็นการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพที่เหมาะสม ซึ่งใช้การคำนวณด้วยการถ่วงน้ำหนักปัจจัยเพื่อกำหนดลำดับความสำคัญ ซึ่งการวิเคราะห์ในลักษณะนี้จะเป็นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อใช้ในการลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหา ซึ่งสามารถใช้เพื่อการวางแผนจัดการเชิงพื้นที่ได้ (การวิเคราะห์ซ้อนทับกลุ่มข้อมูลเชิงพื้นที่แบบกำหนดเงื่อนไข, 2522)

2.5 กรณีศึกษาในประเทศที่มีการใช้แนวคิดพื้นที่ปลอดภัยในการจัดการในกรณีที่เกิดอุทกภัย

การศึกษาด้านของความเป็นได้ในการจัดหาพื้นที่หลบภัยนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากความตระหนักต่อการเกิดภัยพิบัติในหลาย ๆ ประเทศที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดที่จะวิเคราะห์เพื่อกำหนดหาพื้นที่หลบภัยชั่วคราว โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

2.5.1 กรณีศึกษาประเทศสหรัฐอเมริกา

บันดานา คาร์ และ ไมเคิล อี. ฮอดจ์สัน (Kar & Hodgson, 2008) ได้ทำการศึกษาโดยการใช้แบบจำลองทางภูมิศาสตร์สารสนเทศในการที่จะกำหนดพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ในการใช้อพยพในกรณีที่เกิดกรณีเร่งด่วนโดยในการศึกษานั้นได้ศึกษาในรัฐฟลอริดา ซึ่งได้รับผลกระทบจากพายุเฮอร์ริเคน โดยเฉลี่ยแล้วรัฐฟลอริดาจะได้รับผลกระทบจากพายุเฮอร์ริเคน 5.8 ครั้งต่อปี และเฉลี่ย 2.2 ครั้งในกรณีที่เฮอร์ริเคนนั้นมีความเร็วลมสูงกว่า 111 ไมล์ต่อชั่วโมง

ในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ได้มีจำนวนของพายุเฮอร์ริเคนและความเสี่ยงในด้านการเกิดอุทกภัยในบริเวณชายฝั่งของรัฐฟลอริดา ตามศูนย์เฮอร์ริเคนแห่งชาติ (National Hurricane Center) ได้มีการจัดตั้งแผนผังเพื่อใช้ในการอพยพประชาชนออกจากพื้นที่ภัยพิบัติซึ่งในกลุ่มของผู้อพยพเช่นผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีรายได้ต่ำจะเน้นเข้าที่หลบภัยที่เป็นลักษณะของที่เป็นบ้านพักชั่วคราว (temporary house) เนื่องจากข้อจำกัดและค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงนัก อนึ่ง ลักษณะของ

พื้นที่หลบภัยจะเป็นลักษณะของอาคารที่มีการใช้งานที่เป็นเชิงสาธารณะ ได้แก่ โรงเรียน สถานพยาบาล เป็นต้น

ในปี พ.ศ. 2543 มีการประมาณถึงการขาดแคลนของที่หลบภัยสาธารณะซึ่งขาดแคลนประมาณ 1.5 ล้านแห่ง โดยในการศึกษานี้จะเป็นการศึกษาเพื่อจัดลำดับศักยภาพของพื้นที่หลบภัยที่มีอยู่ในปัจจุบัน และพื้นที่หลบภัยที่คาดว่ามีศักยภาพที่สามารถใช้เป็นทางเลือกในการใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราวได้ โดยพื้นที่หลบภัยที่คาดว่ามีศักยภาพ ได้แก่ โรงเรียน โบสถ์ มหาวิทยาลัย ซึ่งในการศึกษานี้จะทำการตรวจสอบโดยมีจุดประสงค์ได้แก่

1) มีสถานที่ที่น่าจะใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราวกี่แห่งที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม ซึ่งตั้งอยู่นอกเขตพื้นที่อุทกภัย

2) มีพื้นที่หลบภัยเดิมกี่แห่งที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมทางกายภาพ แต่มีความเหมาะสมทางด้านสังคมกี่แห่ง

3) มีสถานที่ที่สามารถกำหนดเป็นพื้นที่หลบภัยทางเลือก หรือ สถานที่ที่น่าจะใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราวกี่แห่งที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงถึงสูงมาก

4) มีพื้นที่หลบภัยเดิมกี่แห่งที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมทางกายภาพและไม่ได้ตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่หลบภัยทางเลือก หรือสถานที่ที่น่าจะใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราว

ในการที่จะกำหนดพื้นที่หรือแหล่งที่ใช้ในการหลบภัยในส่วนที่เป็นสถานที่ที่น่าจะใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราวนั้นสามารถจำแนกออกได้เป็นดังนี้

ตารางที่ 2.14
ลักษณะของสถานที่หลบภัยชั่วคราว

สถานที่ที่มีศักยภาพ	ชนิดของสถานที่ที่น่าจะใช้เป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราว
สถานพยาบาล	สถานผ่าตัดฉุกเฉิน คลินิก โรงพยาบาล
ศูนย์ชุมชน	ศูนย์ชุมชน
สถานที่ที่ให้บริการทางสังคม	สถานรับเลี้ยงเด็กในเวลากลางวัน สถานที่ราชการ
ศูนย์วัฒนธรรม	หอสมุด ห้องสุมดเฉพาะทาง ห้องสมุดชุมชน
ศูนย์ชุมชน	หอประชุม
ศาสนสถาน	โบสถ์

ที่มา: Kar & Hodgson, 2008, p. 227.

โดยในการศึกษาจะใช้โปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศโดยใช้วิธีการ Weight-Linear Combination (WLC) ซึ่งจะใช้หลักเกณฑ์ในการประเมินคือผ่านหรือไม่ผ่านต่อพื้นที่หลบภัยใน 17 มณฑลในรัฐฟลอริดา โดยวิธีการ WLC นั้นถูกใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินศักยภาพของพื้นที่ในการใช้เป็นพื้นที่หลบภัย ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการหนึ่งในการใช้เพื่อจัดลำดับ จะใช้โปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศเช่นการศึกษาศักยภาพของพื้นที่ การเลือกพื้นที่ และการประเมินทรัพยากร ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ได้ทั้งการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ

ปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยถูกตรวจสอบโดยวิธีการกำหนดค่าน้ำหนักนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ทำการเลือกใช้ในการตรวจสอบค่าระดับ (rating) ในค่า (value) ของแต่ละปัจจัย ส่วนในด้านของการวิจัยเชิงคุณภาพนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานบนความคิดเห็น (opinion-based method) เป็นสิ่งที่สามารถเพิ่มค่าน้ำหนักในแต่ละปัจจัยได้ ในท้ายที่สุดแล้ว การจัดลำดับค่าคะแนนในแต่ละตัวแปรนั้นจะถูกคูณกับค่าน้ำหนักและค่าน้ำหนักทุกตัวจะนำมาซ้อนทับกันเพื่อประเมินคะแนนความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ซึ่งทั้งปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางสังคมต่างก็มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมในการเลือกที่ตั้งของพื้นที่หลบภัย แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาอย่างเป็นทางการถึงเกณฑ์ในการประเมินพื้นที่หลบภัยในกรณีฉุกเฉิน ซึ่งมีทั้งจำนวนของพื้นที่หลบภัยที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่หลบภัยเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาแบบจำลองในการอพยพเมื่อเกิดภัยฉุกเฉิน (Cova and Church 1997)

คัตเตอร์ (Cutter et al., 2000) ได้บ่งชี้ว่ากลุ่มที่มีความเสี่ยงมากที่สุดในการช่วยเหลือในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินคือผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไปและกลุ่มที่เป็นเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี และประชากรที่เป็นเพศหญิง

บันดานา คาร์ และ ไมเคิล อี. ฮอดจ์สัน (Kar & Hodgson, 2008) กล่าวว่า หน่วยงานที่มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องต่อการจัดการภัยพิบัตินั้นได้แก่ American Red Cross: ARC, Federal Emergency Management Agency: FEMA, Florida Division of Emergency Management: FDEM ได้บ่งชี้ว่าพื้นที่หลบภัยที่ดีนั้นจะต้องไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตน้ำท่วมที่มีระยะของการเกิดซ้ำระหว่าง 100 ถึง 500 ปี หากพื้นที่หลบภัยใดตั้งอยู่ใกล้สถานที่ที่เข้าถึงได้ง่ายเช่น ถนนไฮเวย์ หรือจุดที่ผ่านเส้นทางอพยพจะถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำการประเมิน นอกจากนี้ ทาง ARC ยังได้ทำการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการจัดตั้งพื้นที่หลบภัยคือ จะต้องไม่ตั้งอยู่ในระยะ 10 ไมล์ของพื้นที่วางแผนเพื่อการอพยพของโรงปฏิกรณ์นิวเคลียร์ อีกทั้งพื้นที่ที่จะกำหนดให้เป็นที่ตั้งของพื้นที่หลบภัยนั้นจะต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานบรรเทาภัยในชุมชนที่ซึ่งได้ทำการตรวจสอบไว้แล้ว นอกจากนี้ในระหว่างการเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน ผู้อพยพอาจได้รับการกระทบกระเทือนทางด้าน

จิตใจ เช่น ความตึงเครียดหรือความต้องการในการดูแลรักษาพยาบาลเบื้องต้น ดังนั้น พื้นที่หลบภัยควรที่จะต้องอยู่ใกล้สถานพยาบาลเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ประชาชนในเบื้องต้น จากการศึกษาพบว่า ร้อยละ 48 ของพื้นที่หลบภัยตั้งอยู่ในเขตที่ไม่เหมาะสมทางกายภาพ และร้อยละ 57 ของที่อพยพที่มีศักยภาพตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมทางกายภาพ

มาตรฐานในการสร้างแบบจำลองนี้คือการระบุจำนวนประชากรที่เสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากภัยและการศึกษาเส้นทางในการอพยพ โดยจุดมุ่งหมายของการวางแผนคือจะต้องสามารถระบุถึงพื้นที่ที่จะอพยพฉุกเฉิน รอบบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัย และทำการคาดประมาณระยะเวลาในการเดินทางในการเข้าสู่พื้นที่อพยพฉุกเฉินซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการระบายการติดขัดในระบบ การกำหนดค่าน้ำหนักปัจจัยในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการกำหนดค่าน้ำหนักปัจจัยโดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 8 คน ต่อความสำคัญในปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งจะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยรวมในแต่ละปัจจัย โดยสามารถกำหนดค่าน้ำหนักปัจจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 2.15
การกำหนดค่าน้ำหนักปัจจัยในการศึกษา

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก
1) เส้นทางการอพยพ	16.125
2) สิ่งอำนวยความสะดวกทางสาธารณสุข	13.375
3) พื้นที่เสี่ยงภัย	5.25
4) ประชากรในพื้นที่โดยรวม	15.75
5) ประชากรที่เป็นเด็ก	7.875
6) ประชากรที่เป็นผู้สูงอายุ	12.875
7) ประชากรผู้มีรายได้น้อย	18.125
8)ประชากรที่เป็นชนกลุ่มน้อย	10.625

ที่มา: Kar & Hodgson, 2008, p. 227.

โดยจากการประเมินสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการกำหนดใช้เป็นพื้นที่ปลอดภัยสำหรับการอพยพทั้งหมด 400 แห่ง พบว่ามีพื้นที่หลบภัยทั้งสิ้น 229 แห่ง โดยคิดเป็น

ร้อยละ 52 ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางกายภาพในการที่จะกำหนดเป็นพื้นที่หลบภัยชั่วคราว นอกจากนี้ พื้นที่หลบภัยที่เป็นที่หลบภัยที่มีศักยภาพ (candidate shelters) ทั้งหมด 9,048 แห่ง พบว่ามีพื้นที่หลบภัยตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางกายภาพทั้งสิ้น 3,922 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 43 และในจำนวนของพื้นที่หลบภัยที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีศักยภาพนั้น ร้อยละ 50 ตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงถึงสูงมาก ซึ่งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางกายภาพนั้นจะตั้งอยู่บนพื้นที่ที่ห่างไกลจากชายฝั่ง ส่วนในด้านความเหมาะสมทางสังคมนั้น พบว่า พื้นที่หลบภัยที่มีศักยภาพทางสังคมนั้นตั้งอยู่ในพื้นที่ชายฝั่ง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อภัยพิบัติ แต่ในการศึกษานี้กล่าวว่า สาเหตุที่พื้นที่ชายฝั่งมีศักยภาพเชิงสังคมนั้นเนื่องจากการตั้งถิ่นฐานโดยทั่วไปจะตั้งอยู่ในพื้นที่บริเวณชายฝั่ง และจะขึ้นอยู่กับระบบโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งสามารถใช้เป็นพื้นที่หลบภัยได้ การสร้างพื้นที่หลบภัยแห่งใหม่ควรจะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการอพยพของคนเข้าสู่พื้นที่ด้วย

2.5.2 <u>กรณีศึกษาประเทศญี่ปุ่น</u>

เว่ย ซู โนริโกะ โอคาดะ มิชิโนริ ฮาตะยามะ และ ชุนหยาง ฮี (Xu, Okada, Hatayama & He, 2007) ได้ทำการศึกษาถึงการวางแผนในการหาศักยภาพของพื้นที่ที่จะใช้เป็นพื้นที่ปลอดภัย โดยได้ทำการศึกษาถึงการเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจของประชาชนในพื้นที่ โดยได้ทำการศึกษาในเขตนากาตะ (Nakata Ward; Kobe) โดยเป็นการศึกษา เชิงวินิจฉัยแบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณสำหรับการสร้างพื้นที่หลบภัยเพื่อรองรับประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการสอบถามประชาชนในชุมชน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าลักษณะของแบบจำลองจากการคำนวณนั้นสามารถที่จะช่วยเหลือประชาชนโดยการให้ความช่วยเหลือโดยผู้เชี่ยวชาญด้านภัยพิบัติในการที่จะวางแผนสถานที่ตั้งของพื้นที่หลบภัย นอกจากนี้การที่ได้นำประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจยังทำให้ประชาชนเคารพในการเลือกสถานที่ตั้งของพื้นที่หลบภัยด้วย

ชุมชนโรงเรียนนากาตะมีประชาชนอาศัยอยู่ประมาณ 9,000 คนโดยมีพื้นที่หลบภัยที่มีเครื่องอำนวยความสะดวกเพียงแห่งเดียวคือ โรงเรียนระดับประถมนากาตะ นอกจากนี้ยังมีพื้นที่หลบภัยลำดับที่สองจำนวนสามแห่ง โดยในการศึกษานี้ได้ทำการรวบรวมซึ่งใช้แบบสอบถามโดยการสอบถามหัวหน้าครอบครัวทั้งสิ้น 50 หลังคาเรือน โดยหัวหน้าครอบครัวถือเป็นตัวแทนของคนในครอบครัวเนื่องจากว่าในช่วงของการอพยพนั้นจะอพยพกันทั้งครอบครัว ซึ่งถือได้ว่าเป็นหนึ่งหน่วยในกาอพยพ โดยในการสอบถามจะใช้แนวคิดของหลักการที่เรียกว่า Vitae system ซึ่งใน

การศึกษานี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ส่วนหลักซึ่งประกอบไปด้วยความสามรถในการอยู่รอด (survivability) ความจำเป็นต่อชีวิต (vitality) และการติดต่อสื่อสาร (connectivity) ซึ่งในแต่ละข้อสามารถจำแนกออกเป็นตัวชี้วัดได้ดังนี้

ตารางที่ 2.16
ลักษณะของคำถามที่ใช้ในการสอบถามในงานวิจัย

กิจกรรม (function)	ลักษณะของการวิเคราะห์ (categories)	ตัวชี้วัด (indicator)
ความสามารถในการอยู่รอด (survivability)	ความปลอดภัย	จะต้องไม่มีสิ่งที่เป็นอันตรายในพื้นที่หลบภัย
		จะต้องมีเส้นทางที่ปลอดภัยในการอพยพประชาชน
	เสถียรภาพและความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่อง	ความพึงพอใจในสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ห้องน้ำ
		ความเพียงพอของน้ำดื่มและอาหาร
		เป็นสถานที่ป้องกันฝน ลมแรง ความร้อน และ ความเย็น
		เป็นที่ที่สามารถใช้ปฐมพยาบาลได้
ความจำเป็นต่อชีวิต (vitality)	ความสามารถในการรองรับของพื้นที่หลบภัย	พื้นที่ใช้ต่อคน (area per capita) มีขนาดที่กว้างขวางเพียงพอ
	ความสะดวกสบาย	มีพื้นที่ส่วนตัว
		ไม่มีมลภาวะทางเสียง
การติดต่อสื่อสาร (connectivity)	พื้นที่หลบภัยความสามารถในการเข้าถึง	ความเป็นไปได้ของการอพยพในระยะเวลาที่สั้น
		ความกว้างและไม่มีความชันหรือขั้นของเส้นทางอพยพ
		สามารถช่วยเหลือประชาชนที่อพยพอยู่ได้

ที่มา: Xu, 2007.

ตารางที่ 2.16 (ต่อ)

กิจกรรม (function)	ลักษณะของการวิเคราะห์ (categories)	ตัวชี้วัด (indicator)
การติดต่อสื่อสาร (connectivity)	ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่หลบภัย	มีสิ่งชี้แนะที่เข้าใจง่ายแก่ผู้อพยพในระหว่างการอพยพ
	การเชื่อมโยงกับทรัพยากรภายนอกและข้อมูลข่าวสาร	มีการให้ข้อมูลข่าวสารที่เพียงพอ
		มีการรับรองด้านความปลอดภัย
		สามารถเข้าถึงสถานพยาบาลได้อย่างสะดวก
		ได้รับการช่วยเหลือทางสังคม

ที่มา: Xu, 2007.

ในการศึกษานี้ได้ทำการใช้วิธีวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของเกณฑ์ที่ใช้วินิจฉัยแบบจำลองโดยใช้วิธีเปรียบเทียบ AHP method (analytical hierarchy potential method) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าปัจจัยแต่ละตัว แล้วทำการกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ซึ่งพบว่าค่าน้ำหนักในปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างรูปแบบของพื้นที่หลบภัยนั้นมีค่าน้ำหนักปัจจัยที่แตกต่างกัน โดยในพื้นที่หลบภัยชั่วคราวจะเน้นความปลอดภัยเป็นสำคัญ ส่วนในพื้นที่หลบภัยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกจะเน้นในด้านการเชื่อมต่อกับภายนอก โดยในแต่ละปัจจัยจะมีค่าน้ำหนักปัจจัยดังนี้

ตารางที่ 2.17
ค่าน้ำหนักปัจจัยในรูปแบบของพื้นที่หลบภัยชนิดต่าง ๆ

ลำดับ	พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter)		พื้นที่หลบภัยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวก (accommodation shelter)	
	ลักษณะจำแนก	ค่าน้ำหนัก	ลักษณะจำแนก	ค่าน้ำหนัก
1	ความปลอดภัย	0.253	การเชื่อมต่อสู่แหล่งภายนอก	0.212
2	ความสามารถในการเข้าถึง	0.214	ความปลอดภัย	0.198

ที่มา: Xu, 2007.

ตารางที่ 2.17 (ต่อ)

ลำดับ	พื้นที่หลบภัยชั่วคราว (temporary shelter)		พื้นที่หลบภัยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวก (accommodation shelter)	
	ลักษณะจำแนก	ค่าน้ำหนัก	ลักษณะจำแนก	ค่าน้ำหนัก
3	การเชื่อมต่อสู่แหล่งภายนอก	0.160	เสถียรภาพและความต่อเนื่อง	0.189
4	ความสามารถในการรองรับ	0.140	ความสามารถในการเข้าถึง	0.179
5	ความสะดวกสบาย	0.122	ความสามารถในการรองรับ	0.113
6	เสถียรภาพและความต่อเนื่อง	0.111	ความสะดวกสบาย	0.108

ที่มา: Xu, 2007

ในการศึกษานี้ แบบจำลองในการวางแผนพื้นที่หลบภัยจากภัยพิบัตินั้นทำเพื่อวางแผนจากมุมมองของประชาชนในพื้นที่ในเขตนากาตะ ซึ่งเป็นการระบุเฉพาะเจาะจงในภัยพิบัติด้านแผ่นดินไหวโดยการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนนั้นสามารถช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภัยพิบัติและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการภัยพิบัตินั้นสามารถช่วยให้การตัดสินใจในการวางแผนหรือกำหนดพื้นที่เพื่อใช้ในการอพยพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 การศึกษาในประเทศไทย

2.6.1 การศึกษาเชิงสถิติ

กรุงเทพโพลล์ (2551) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนในกลุ่มพื้นที่เสี่ยงคลื่นพายุซัดฝั่งของประชาชนที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและประชาชนที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสำรวจนั้นทางมหาวิทยาลัยกรุงเทพได้ทำการสำรวจความคิดเห็นเรื่อง การรับรู้และรับมือกับสตอร์ม เซิร์จ ของคนกรุงเทพหมานคร และสมุทรปราการ ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 1,103 คน ในความคิดเห็นต่าง ๆ ซึ่งผลของการการสำรวจเป็นดังตารางที่ 2.18

ตารางที่ 2.18

ผลการสำรวจความคิดเห็นเรื่อง “การรับรู้และรับมือกับสตอร์ม เซิร์จ ของคนกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการ” ของกรุงเทพโพลล์

ข้อ	ประเด็นที่ได้ทำการสำรวจ	ทัศนคติของกลุ่มตัวอย่าง (ร้อยละ)	
		ประชาชนทั่วไป	ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัย
1	ความสนใจที่มีต่อข่าวการเกิดปรากฏการณ์ “สตอร์ม เซิรจ์”		
	ให้ความสนใจ	71.8	79.2
	ไม่ให้ความสนใจ	21.6	20.8
	ไม่ทราบข่าว	6.6	0.0
2	ความคิดเห็นต่อโอกาสที่จะเกิดปรากฏการณ์ “สตอร์ม เซิรจ์” ขึ้นที่กรุงเทพมหานครและสมุทรปราการ ในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน		
	เชื่อว่าจะเกิดขึ้นจริง	62.0	67.1
	ไม่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นจริง	38.0	32.9
3	ความวิตกกังวลกับข่าวการเกิดปรากฏการณ์ “สตอร์ม เซิร์จ”		
	ไม่วิตกกังวล	58.4	52.0
	วิตกกังวล	41.6	48.0
4	การเตรียมตัวเพื่อรับมือกับปรากฏการณ์“สตอร์ม เซิร์จ”		
	ยังไม่ได้เตรียมตัว (เนื่องจากไม่ทราบว่าจะต้องเตรียมการอย่างไร และไม่ทราบว่าจะเกิดขึ้นจริงหรือไม่)	65.1	58.4
	เตรียมตัวแล้ว (โดยการติดตามข่าวสารอย่างใกล้ชิด วางแผนหาที่อยู่ยามฉุกเฉิน และซื้อของใช้ที่จำเป็นเก็บไว้)	34.9	41.6
5	ความมั่นใจต่อความสามารถในการรับมือกับปรากฏการณ์ “สตอร์ม เซิร์จ” ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง		
	ไม่มั่นใจว่าจะสามารถรับมือได้	59.9	61.5
	มั่นใจว่าจะสามารถรับมือได้	40.1	38.5

ที่มา: กรุงเทพโพลล์, 2551.

ในด้านความคิดเห็นในระบบการจัดการในด้านต่าง ๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ กรม

อุตุนิยมวิทยา กรุงเทพมหานคร รวมถึงรัฐบาลพบว่า ความพึงพอใจต่อการทำงานในเรื่องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ “สตอร์ม เซิร์จ”ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนั้นมีระดับความพึงพอใจที่อยู่ในระดับปานกลางถึงมาก และเป็นหน่วยงานที่มีการจัดการและเฝ้าระวังภัยเฉพาะ ซึ่งแตกต่างจากหน่วยงานหลัก ได้แก่ กรุงเทพมหานครและรัฐบาล โดยสามารถจำแนกร้อยละของความพึงพอใจได้ดังนี้

ตารางที่ 2.19

ผลการสำรวจด้านความพึงพอใจการทำงานของหน่วยงานต่าง ๆ ของคนกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการ” ของกรุงเทพโพลล์

ประเด็น	ทัศนคติของกลุ่มตัวอย่าง (ร้อยละ)
1) ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ	
พอใจในการทำงาน	81.4
ไม่พอใจในการทำงาน (ยังขาดข้อมูลสนับสนุนที่ชัดเจน)	16.2
2) กรมอุตุนิยมวิทยา	
พอใจในการทำงาน	81.4
ไม่พอใจในการทำงาน (ทำงานล่าช้า คำคาดการณ์ที่ผ่านมาไม่ค่อยถูกต้องแม่นยำ)	18.6
3) กรุงเทพมหานคร	
พอใจในการทำงาน	75.9
ไม่พอใจในการทำงาน (ทำงานแบบฉาบฉวย ไม่ต่อเนื่อง)	24.1
4) รัฐบาล	
พอใจในการทำงาน	58.3
ไม่พอใจในการทำงาน (ไม่ได้ให้ความสำคัญและไม่ใส่ใจกับการเกิดปรากฏการณ์ ”สตอร์ม เซิร์จ” เท่าที่ควร)	41.7

ที่มา: กรุงเทพโพลล์, 2551.

ในด้านความต้องการในการให้บริการการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปรากฏการณ์ “สตอร์ม เซิร์จ” พบว่าประชาชนต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องต่อไปนี้

ตารางที่ 2.20

ความต้องการข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปรากฏการณ์ “สตอร์ม เซิร์จ” ของกลุ่มตัวอย่าง

ประเด็น	ทัศนคติของกลุ่มตัวอย่าง (ร้อยละ)	
	ประชาชนทั่วไป	ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัย
1) แนวทางการเตรียมตัวเพื่อรับมือกับ “สตอร์ม เซิร์จ”	89.3	90.0
2) การเตรียมความพร้อมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	88.5	87.9
3) โอกาสในการเกิด “สตอร์ม เซิร์จ”	85.7	86.1
4) ผลกระทบที่จะได้รับจาก “สตอร์ม เซิร์จ”	84.7	85.7

ที่มา: กรุงเทพโพลล์, 2551.

2.6.2 <u>การศึกษาเชิงพื้นที่เสี่ยงภัย</u>

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการคาดการณ์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสาครและพื้นที่บางส่วนของจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านออกมาให้ความเห็นเกี่ยวกับความเป็นไปได้ที่จะเกิดภัยพิบัติคลื่นพายุซัดฝั่ง

กรมทรัพยากรธรณี (2551) ได้กล่าวถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพายุโซนร้อน จากที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาติดตามพบว่า การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลกส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนพายุ ความรุนแรงรวมทั้งทิศทางการเกิด อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจากหลักฐานไม่ว่าจะเป็นการละลายของน้ำแข็ง การตรวจวัดอุณหภูมิสูงขึ้น 1.2 องศาบริเวณที่เป็นพื้นทวีป ในทะเลสูงขึ้นประมาณ 1 องศาจากอดีตที่ผ่านมา ซึ่งการที่อุณหภูมิสูงขึ้นเช่นนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งจำนวนพายุ ความรุนแรง รวมทั้งทิศทางที่เปลี่ยนไป โดยส่วนมากพายุที่เข้าทางอ่าวไทยส่วนมากเป็นพายุดีเปรสชั่น แต่ช่วงหลังเป็นพายุโซนร้อนและไต้ฝุ่น ส่วนพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดคลื่นพายุหมุน

เป็นบริเวณชายฝั่งทะเลตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีจนถึงจังหวัดสงขลา โดยในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม เป็นช่วงที่ต้องติดตามเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด แต่หากจัดลำดับพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครน่าจะเป็นพื้นที่เสี่ยงรองลงมาจากพื้นที่ชายฝั่งทะเลทางภาคใต้

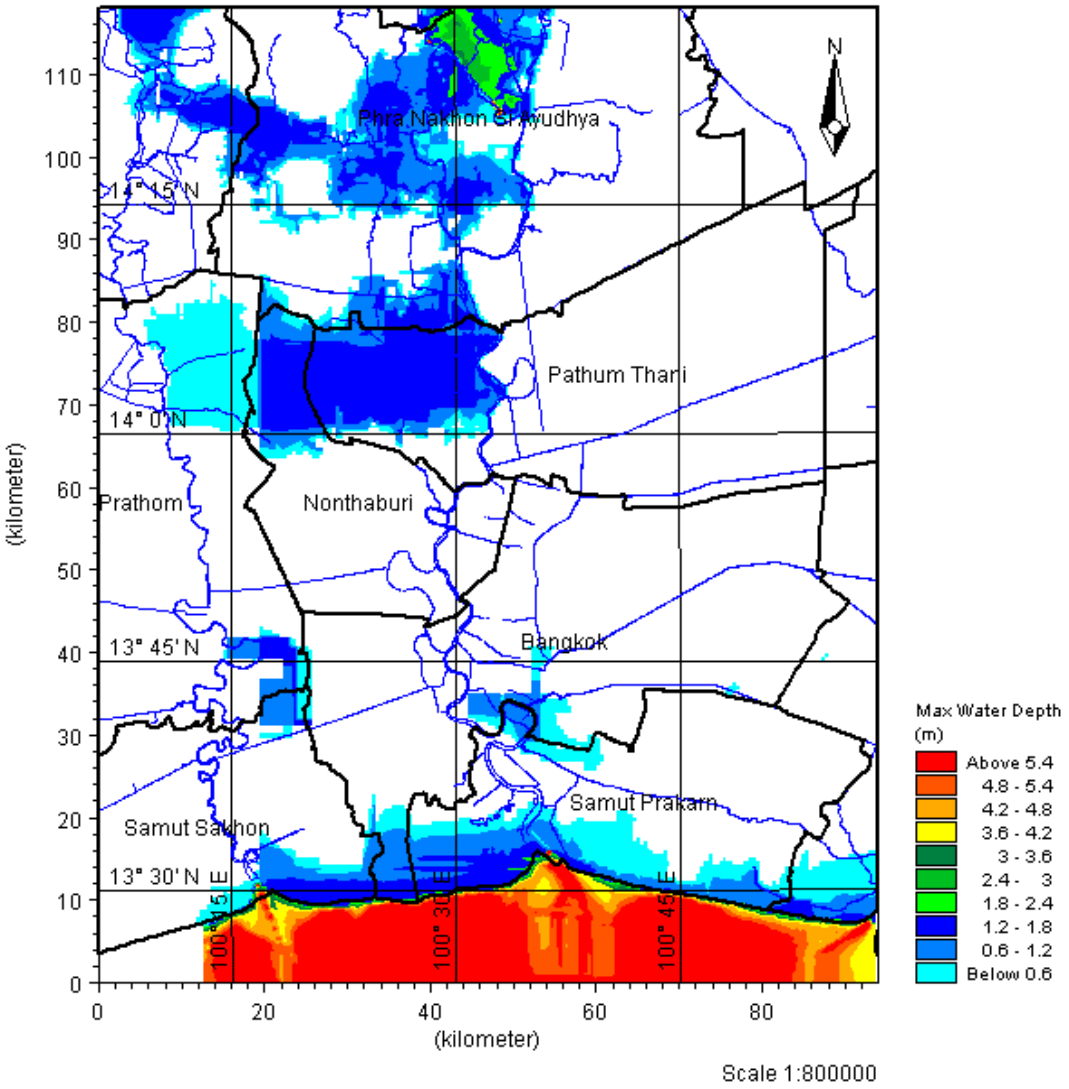
อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา (2551) ได้ให้ความเห็นต่อการเกิดภัยคลื่นพายุซัดฝั่งว่า การเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งหรือสตอร์ม เซิร์จ นั้นได้เคยเกิดขึ้นในประเทศไทยแล้ว ได้แก่ เหตุการณ์ที่พายุไต้ฝุ่นเกย์ได้พัดผ่านในภาคใต้ ยังผลให้เกิดปรากฏการณ์คลื่นพายุซัดฝั่ง จากการสอบถามผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณตำบลปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งชาวบ้านกล่าวว่า ในขณะที่ทางจังหวัดชุมพรประสบปัญหาพายุไต้ฝุ่นเกย์ที่จังหวัดชุมพร ที่อำเภอปากน้ำมีคลื่นสูงประมาณ 2 เมตรส่งผลกระทบต่อประชาชน ส่วนพื้นที่ที่หากพายุพัดผ่านแล้วคาดว่าจะส่งผลกระทบคือ เส้นทางที่พายุเดินทางมาทางทิศเหนือ บริเวณจังหวัดเพชรบุรีอาจจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งบริเวณจังหวัดสมุทรปราการได้

เสรี ศุภราทิตย์ (2552) ได้ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการเกิดภัยคลื่นพายุซัดฝั่งโดยจากการศึกษาข้อมูลการเกิดพายุในคาบ 50 ปีพบว่า โดยเฉลี่ยมีพายุที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิค ประมาณ 30 ลูกต่อปี นอกจากนี้พายุในช่วง 10 ถึง 20 ปีที่ผ่านมานั้นมีแนวโน้มที่ลดลง แต่จะมีลักษณะที่รุนแรงมากขึ้น แต่ในส่วนที่ว่าโอกาสที่พายุจะพัดเข้ามายังอ่าวไทยนั้นมีโอกาสเกิดน้อยมาก เนื่องจากการเคลื่อนตัวของพายุโดยส่วนมากจะเลี้ยวเบนขึ้นไปทางทิศเหนือก่อนเข้าแหลมญวนไปยังประเทศญี่ปุ่น แต่ไม่ได้หมายความว่าประเทศไทยจะปลอดภัยจากอิทธิพลของพายุ เนื่องจากพายุมีขอบเขตการทำลายล้างที่สูงมากน้อยต่างกันขึ้นกับความกดอากาศบริเวณตาพายุ ซึ่งเส้นทางที่อาจส่งผลกระทบต่อบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยานั้น คือเส้นทางของพายุที่เดินทางจากภาคใต้แล้วเดินทางผ่านไปยังทางทิศตะวันออกผ่านแหลมญวน

นอกจากนี้ การที่เกิดการกัดเซาะของพื้นที่บริเวณชายฝั่งบริเวณจังหวัดสมุทรปราการยังมีส่วนให้เกิดความรุนแรงและความเสียหายต่อพื้นที่บริเวณชายฝั่งด้วย เนื่องจากการกัดเซาะทำให้ชุมชนหลายแห่งอยู่ใกล้กับทะเลมากขึ้น และในหลาย ๆ พื้นที่โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครมีปัญหาด้านดินทรุดทำให้เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ยังได้ให้ความเห็นว่าระบบการจัดการภัยพิบัติที่มีความรุนแรงขนาดใหญ่นั้นในประเทศไทยยังไม่ได้มีการวางแผนและเตรียมความพร้อมเท่าที่ควร

จากการคาดการณ์ของศูนย์วิจัยภัยธรรมชาติ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ได้ทำการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงจากภัยคลื่นพายุซัดฝั่ง พบว่า หลายพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการจะประสบปัญหาจากภัยคลื่นพายุซัดฝั่งหากเกิดขึ้นจริง

ภาพที่ 2.18
ความสูงของระดับน้ำทะเลหากเกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง



ที่มา: เสรี ศุภราทิตย์, 2552.

2.6.3 <u>ภาพรวมของความเสี่ยง</u>

จากการศึกษาและวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์และศึกษาความเป็นไปได้ในเบื้องต้น พบว่า บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และกรุงเทพมหานครถือว่ามีความเสี่ยงจากภัยพิบัติน้ำท่วม โดยมีสาเหตุหลักจากการเกิดการกัดเซาะ

ของตลิ่ง บริเวณชายฝั่งเป็นสำคัญ เนื่องจากลักษณะของการกัดเซาะนั้นเพิ่มขึ้นอยู่ทุกปีโดยตลอด ซึ่งบริเวณพื้นที่ชายฝั่งโดยเฉพาะบริเวณจังหวัดสมุทรปราการนั้นมีลักษณะของการทำนากุ้ง ซึ่งจัดเป็นพื้นที่น้ำ หากบริเวณที่กั้นเป็นคันดินระหว่างผืนทะเลและนากุ้งถูกกัดเซาะจะทำให้สูงเสียพื้นที่เป็นอย่างมาก ในส่วนของโอกาสในการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งนั้น จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ามีโอกาสเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือน กรกฎาคมถึงเดือนกันยายน นอกจากนี้สิ่งที่จะเกิดตามมาคือ อันตรายจากแรงลม เนื่องจากการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งนั้นจะเกิดขึ้นต่อเมื่อเกิดลมมรสุมหรือพายุเท่านั้น ดังนั้นข้อควรระวังนั้นนอกจากจะเป็นภัยทางน้ำแล้ว ยังต้องระวังภัยทางกระแสลมอีกด้วย

ลักษณะของพื้นที่ประเทศไทยเป็นพื้นที่ราบลุ่มซึ่งมีแอ่งโค้งเว้า โดยเป็นไปในลักษณะรูปตัว ก. โดยมีความกว้างประมาณ 100 กิโลเมตร ซึ่งลักษณะเชิงพื้นที่ชายฝั่งเป็นอ่าวที่ลึก แต่มีแหลมญวนเป็นแนวกำบังพายุ ทำให้บริเวณอ่าวไทยไม่ได้รับผลกระทบจากพายุที่รุนแรงจนทำให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่งนั้น ซึ่งในปัจจุบันอิทธิพลจากภาวะโลกร้อนทำให้เกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศ ทำให้เกิดการคาดการณ์ว่า ในอนาคตบริเวณอ่าวไทยอาจเกิดพายุรุนแรงได้

แม้ว่าทางฝ่ายวิชาการจะมีการศึกษาถึงวิธีการป้องกันด้วยการใช้โครงสร้าง แยกเป็นโครงสร้างป้องกันนอกชายฝั่ง สร้างกำแพงป้องกันคลื่น สร้างหออพยพป้องกันพายุ มาตรการอนุรักษ์ชายฝั่งทะเล การปลูกป่าชายเลน แนวปะการังต่างก็เป็นแนวกำบังป้องกันทางธรรมชาติที่สำคัญ ขณะเดียวกันมาตรการทางกฎหมาย ระบบเตือนภัยควรต้องมี ความชัดเจน รวมทั้งมีการประสานงานเตรียมแผนการอพยพพร้อมไว้สำหรับรองรับภัยที่จะเกิดขึ้น แต่ท้ายที่สุดการเคารพธรรมชาติเข้าใจในธรรมชาติเป็นสิ่งที่ต้องไม่มองข้ามหรือละเลยไป ซึ่งการเรียนรู้เข้าใจใน ธรรมชาติจึงไม่เพียงแค่ความปลอดภัยในชีวิตทรัพย์สิน แต่ยังมีความหมายต่อการรักษาความสมดุล ให้ทุกชีวิตอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข

สรุปโดยภาพรวมแล้วพบว่า พื้นที่บริเวณอ่าวไทยแม้ว่าจะมีขนาดที่ไม่กว้างนักหากเปรียบเทียบกับกรณีที่เกิดพายุในประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากว่าลักษณะของการเดินทางของพายุ (storm tracking) นั้นจะพัดผ่านไปยังพื้นที่บริเวณภาคใต้ที่มีความยาวของพื้นที่มากกว่า และตั้งขวางหรือปะทะกับเส้นทางการเดินของพายุมากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานวิจัยกล่าวว่า จะไม่มีโอกาสที่พายุจะเดินทางเข้ามายังพื้นที่อ่าวไทย ความเป็นไปได้ของการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งนั้นอยู่ในระดับที่น้อย แต่มีความเป็นไปได้ แต่ถ้าเกิดภัยพิบัติคลื่นพายุซัดฝั่งขึ้นจริงแล้ว ความเสียหายจะเกิดขึ้นเป็นอย่างมาก เนื่องจากยังไม่มีแผนรับมือ และการบรรเทาภัยเชิงโครงสร้าง ภัย

คลื่นพายุซัดฝั่ง ถือได้ว่าเป็นภัยที่ใหม่กับหลาย ๆ คน ดังนั้น สมควรเป็นอย่างยิ่งที่จะทำการวางแผนเพื่อป้องกันและบรรเทาความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้