ความเปราะบางทางสังคมและการประเมินความเสี่ยงต่อภัยพิบัติของพื้นที่เมือง กรณีศึกษาเทศบาลนครอุดรธานี

Social Vulnerability and Urban Risk Assessment to Disaster: A Case Study of Udonthani Province

สุธี อนันต์สุขสมศรี[1] และ นิจ ตันติศิรินทร์[2]
Sutee Anantsuksomsri[1] and Nij Tontisirin[2]

[1] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330
Faculty of Architecture, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand
[2] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121
Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University, Pathumthani 12121, Thailand
E-mail: sutee.a@chula.ac.th[1], nij@ap.tu.ac.th[2]

Received 26/3/2018 Accepted 28/8/2018

บทคัดย่อ

จังหวัดอุดรธานีเป็นหนึ่งในเมืองสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเมืองอุดรธานีมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วทั้งในด้านพื้นที่เมืองและจำนวนประชากรอันเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งการขยายตัวของพื้นที่เมืองนั้นไม่ได้ถูกจำกัดอยู่ภายใต้ขอบเขตพื้นที่การบริหารจัดการขององค์กรปกครองท้องถิ่นเพียงหน่วยงานเดียว ดังนั้นการเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยง ทั้งทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนการพัฒนาเมืองอุดรธานีในอนาคต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยง (urban risk assessment) และประเมินค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (social vulnerability index) ของพื้นที่เมืองอุดรธานีต่อภัยพิบัติ (disaster)

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงของเมือง พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อภัยพิบัติมีทั้งทางด้านภาวะภัยทางกายภาพ (physical hazard) สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (exposure) และศักยภาพ (capacity) เช่น สัดส่วนพื้นที่พาณิชยกรรม ความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้าง ดัชนีความเปราะบางทางสังคม สัดส่วนการประกันภัยและประกันสุขภาพของครัวเรือนในพื้นที่ ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของดัชนีความเปราะบางทางสังคมพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมครัวเรือนในพื้นที่เมืองอุดรธานีนั้นมีอยู่ 6 กลุ่มปัจจัยหลัก ได้แก่ (1) ลักษณะทางครัวเรือน (2) ภาวะพึ่งพิง (3) ขนาดที่อยู่อาศัย (4) ลักษณะที่อยู่อาศัย (5) การมีหนี้สินและการมีส่วนร่วมชุมชน และ (6) จำนวนหนี้สินและประเภทของธุรกิจ นอกจากนี้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของความเสี่ยงและความเปราะบาง พบว่า พื้นที่นอกขอบเขตเทศบาลนครอุดรธานีมีความเสี่ยงและความเปราะบางสูงกว่าพื้นที่ภายในขอบเขตเทศบาลนครซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่รอบนอกเขตเทศบาลนครมีความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วมสูงกว่าพื้นที่ในเขตเทศบาลนคร และการบริหารจัดการความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการร่วมมือกันระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต่าง ๆ โดยคำนึงถึงปัจจัยทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม เพื่อวางแผน และเตรียมรับมือต่อภาวะภัยน้ำท่วมซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ
ความเสี่ยงต่อภัยพิบัติ
ความเปราะบางทางสังคม
เมืองอุดรธานี

Abstract

Over the past few decades, the province of Udonthani, one of the major socioeconomic centers in the northeastern region of Thailand, has rapidly urbanized and expanded economically, socially, and spatially. This urban growth, however, has extended across several political municipalities whose levels of coping capacities for abrupt events such as natural disasters can greatly vary. Similarly, the areas affected by natural disasters are not limited by political boundaries. Thus, understanding socio-economic and physical factors determining urban risks is essential for planning of economic and urban development in the future. The objective of this study is to examine the social vulnerability to disasters, focusing on flooding, through a spatial social vulnerability index (SoVI) and assess factors of flood risks in Udonthani urbanized areas, taking into account explicitly spatial factors into the analysis.

The urban risk assessment reveals that factors, in terms of physical hazard, exposure, and capacity, contributing to the risks of flood in Udonthani. These factors include a ratio of water retention areas, economic activity intensity, a density of commercial activities, building density, SoVI, and a ratio of households' insurance and health insurance. The results of spatial analysis of SoVI indicate that factors contributing to social vulnerability include household characteristics, housing characteristics, household debts, community involvement, and types of businesses. The results also show that the areas outside the boundary of the City of Udonthani have higher risks of flood geographically and socioeconomically.

Keywords

Urban Risk Assessment

Social Vulnerability Index

Udonthani Province

1. ที่มาและความสำคัญ

ใน พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2544 เมืองอุดรธานีได้ประสบอุทกภัยครั้งยิ่งใหญ่ครั้งหนึ่งในประวัติศาสตร์อุดรธานี ดังแสดงในรูปที่ 1 จากการมีน้ำป่าไหลเข้าเมือง มีน้ำจากแม่น้ำโขงและลำห้วยหลวงหนุน ขาดระบบระบายน้ำออกจากเมือง และมีสิ่งกีดขวางทางระบายน้ำภายในเมืองจากขยะมูลฝอย ส่งผลให้การระบายน้ำออกจากเมืองไม่สะดวก น้ำท่วมขังสูงในพื้นที่เมืองเป็นระยะเวลายาวนาน ก่อให้เกิดความเสียหายในเชิงเศรษฐกิจและสังคมคิดเป็นมูลค่ามหาศาล (Udonthani Municipality, 2014)

ที่มา: Udonthani Municipality, 2014

รูปที่ 1 น้ำท่วมเมืองอุดรธานี พ.ศ. 2544 (Urban flood in the city of Udonthani in 2001)

ความเสียหายจากอุทกภัยครั้งนั้น ทำให้เกิดโครงการก่อสร้างและพัฒนาระบบระบายน้ำต่าง ๆ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าพื้นที่เมืองและเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำในพื้นที่เขตเทศบาลนครอุดรธานี เช่น การป้องกันน้ำป่าไหลเข้าเมืองด้วยการก่อสร้างแนวคันกั้นน้ำตามแนวถนนวงแหวนรอบเมือง การก่อสร้างและติดตั้งสถานีสูบน้ำออกจากเมือง การขุดลอกคลองระบายน้ำและดูดโคลนเลนในท่อระบายน้ำ การวางท่อระบายน้ำในชุมชนต่าง ๆ ภายในเขตเทศบาลนครอุดรธานี และการติดตั้งประตูระบายน้ำบริเวณท้ายลำห้วยหมากแข้งเพื่อป้องกันน้ำหนุนเข้าเมือง เป็นต้น นอกจากโครงการก่อสร้างดังกล่าว ได้มีการจัดตั้งหน่วยงานเพื่อให้การช่วยเหลือและเฝ้าระวัง เช่น ทีมสู้น้ำ 199 เพื่อออกช่วยเหลือประชาชนตลอด 24 ชั่วโมง ภายใต้การดูแลของสำนักการช่าง สำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม และสำนักปลัดเทศบาล และมีการรณรงค์ให้ทุกชุมชนเฝ้าระวังการบุกรุกลำห้วย และลดการทิ้งขยะลงลำคลอง (Udonthani Municipality, 2014)

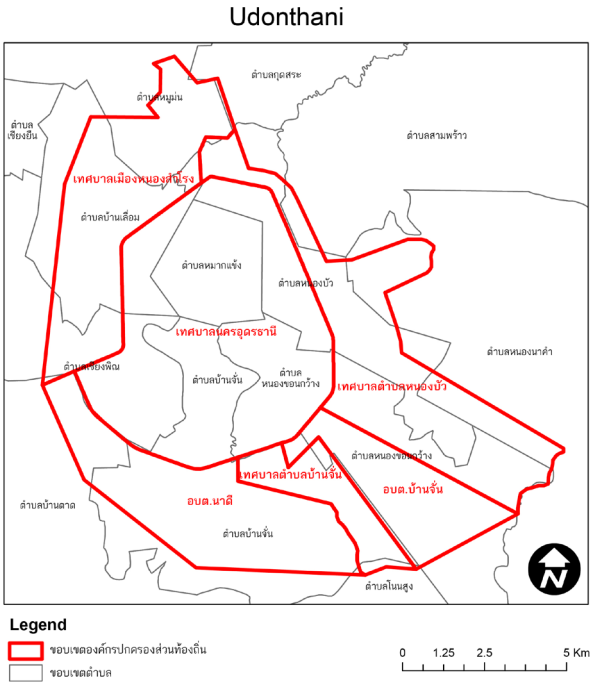
มาตรการป้องกันทั้งทางด้านกายภาพและการบริหารจัดการและป้องกันในเขตเทศบาลนครอุดรธานีดังกล่าว ทำให้พื้นที่เมืองอุดรธานีไม่ประสบอุทกภัยที่รุนแรงและก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากดังอุทกภัย พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2544 มาเป็นระยะเวลายาวนานกว่า 10 ปี หากแต่ว่าในช่วงระยะเวลากว่า 10 ปีที่ผ่านมานั้น การเติบโตทางเศรษฐกิจของเมืองอุดรธานีส่งผลให้มีการขยายตัวของจำนวนประชากรเมือง และการขยายตัวของพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่พาณิชยกรรมนอกขอบเขตพื้นที่เทศบาลนครอุดรธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ไม่มีระบบการป้องกันอุทกภัยที่พร้อมเท่ากับพื้นที่ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี แนวโน้มการเจริญเติบโตของประชากรและขยายตัวของพื้นที่เมืองนอกเขตเทศบาลที่สูงขึ้นย่อมส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการประสบภาวะภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตของประชากรและพื้นที่ดังกล่าวสูงขึ้น ดังนั้น การเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงต่อภัยพิบัติของพื้นที่เมือง (urban risk) อันประกอบไปด้วยภาวะภัย (hazard) จากสภาพทางด้านกายภาพ และความเปราะบาง (vulnerability) จากสภาพทางด้านเศรษฐกิจและสังคม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนการพัฒนาเมืองอุดรธานีในอนาคต นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของอุดรธานีที่มีแนวโน้มของสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุที่สูงมากยิ่งขึ้น สามารถส่งผลต่อความเปราะบางทางสังคม (social vulnerability) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญองค์ประกอบหนึ่งของความเสี่ยง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยง (urban risk assessment) และประเมินค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (social vulnerability index) ของพื้นที่เมืองอุดรธานีต่อภัยพิบัติ (disaster) โดยพิจารณาถึงปัจจัยทางธรรมชาติร่วมกับสภาพแวดล้อมทางสังคมและเศรษฐกิจที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยเชิงสังคมและเศรษฐกิจ ผลการวิเคราะห์สามารถบ่งชี้ถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงรวมถึงปัจจัยสำคัญทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม ที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อภาวะภัยของพื้นที่เมืองอุดรธานีด้วย

2. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ชุมชนเมืองหลักในอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี มีพื้นที่ประมาณ 47.70 ตารางกิโลเมตร ประกอบไปด้วย เทศบาลนครอุดรธานี และเขตการปกครองท้องถิ่นโดยรอบ 5 เขต ซึ่งเป็นเขตเทศบาล 3 เขต (เทศบาลตำบลบ้านจั่น, เทศบาลเมืองหนองสำโรง, และเทศบาลตำบลหนองบัว) และองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) 2 เขต (อบต.นาดี และอบต.บ้านจั่น) รูปที่ 2 แสดงขอบเขตการปกครองท้องถิ่น (เทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบล) กับการปกครองแบบตำบลในพื้นที่เมือง

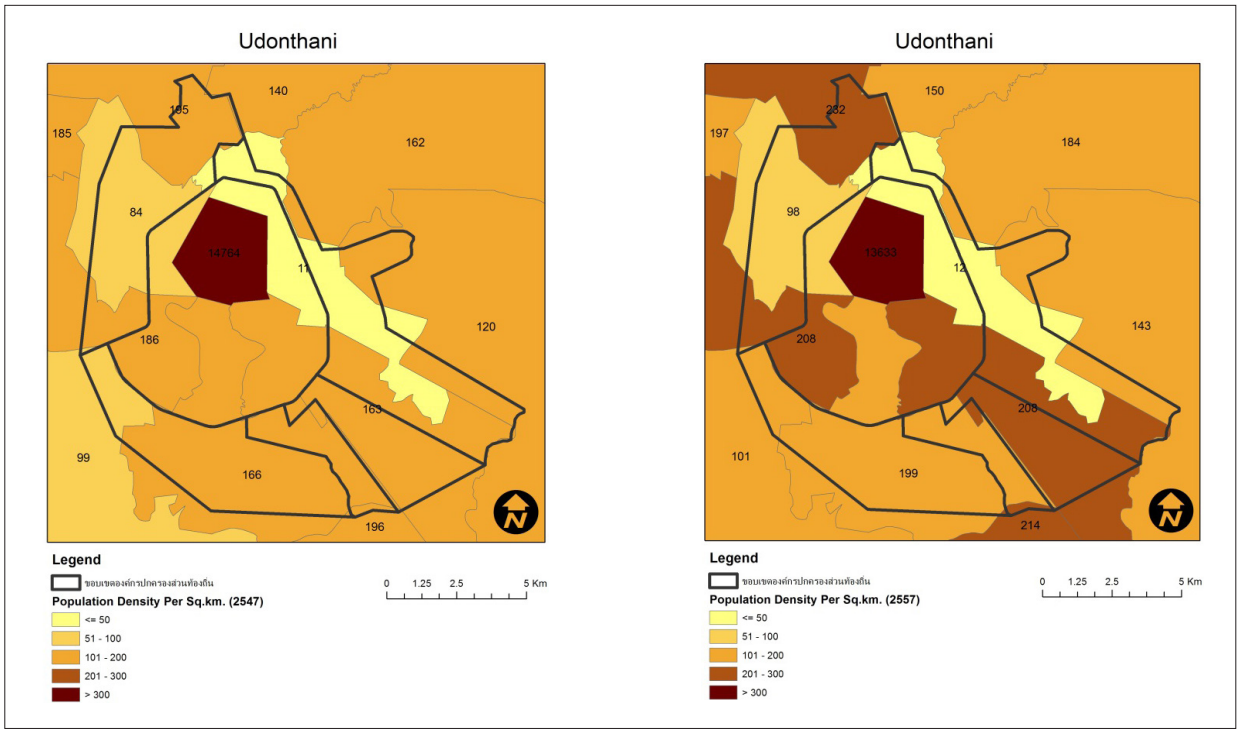
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งจะเห็นได้ว่าขอบเขตการปกครองดังกล่าวมีขอบเขตที่แตกต่างและไม่ซ้อนทับกัน



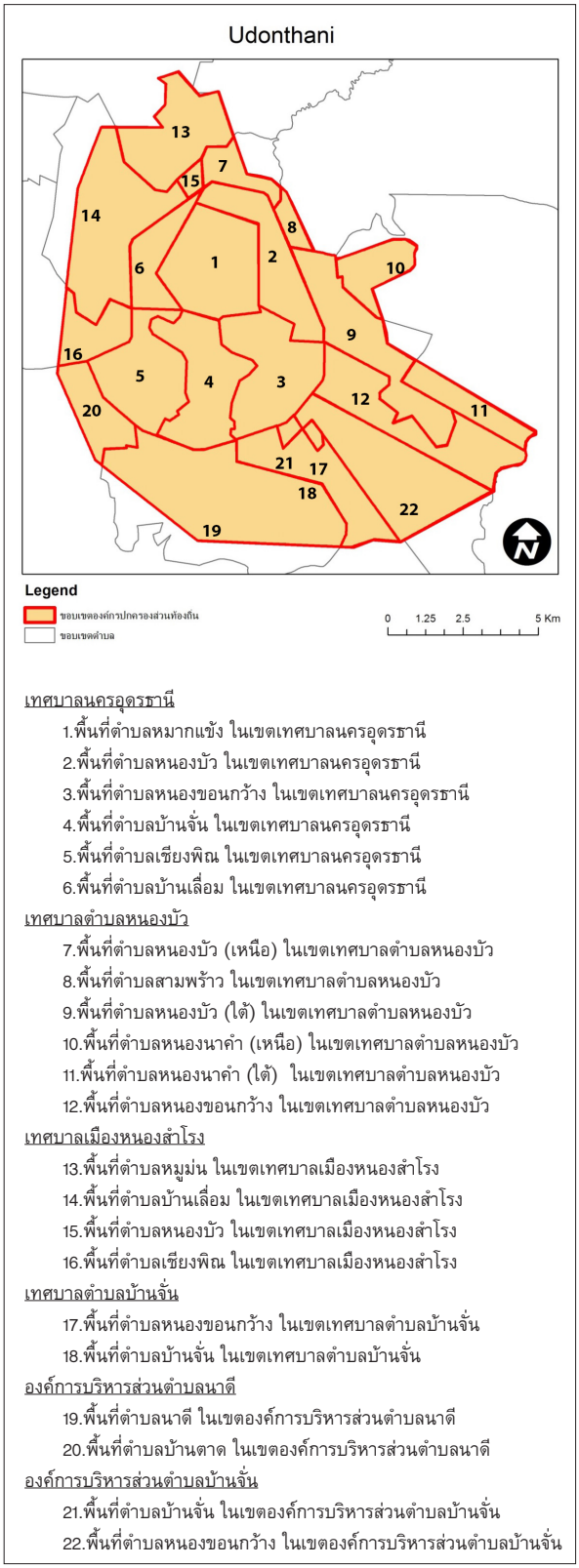
รูปที่ 2 เขตการปกครองระดับเทศบาล และองค์การบริการส่วนตำบลในพื้นที่เมืองอุดรธานี (Political boundaries at municipality- and subdistrict-level in the City of Udonthani)

ความหนาแน่นของประชากรเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงความเป็นเมือง หากเมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นประชากรในหน่วยพื้นที่สำมะโนที่เล็กที่สุดของไทย คือ ระดับตำบล ในรูปที่ 3 ซึ่งแสดงความหนาแน่นของประชากรต่อตารางกิโลเมตรในพื้นที่เมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ในพ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2557 จะเห็นว่า ตำบลหมากแข้งเป็นพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นหลัก ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงกว่าตำบลโดยรอบอย่างมาก และในการเปรียบเทียบความหนาแน่นของประชากรในปี พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2557 จะเห็นได้ว่า พื้นที่ตำบลข้างเคียงของตำบลหมากแข้งมีความหนาแน่นของประชากรสูงขึ้น โดยเฉพาะในตำบลเชียงพิณ หมูม่น และหนองขอนกว้าง ซึ่งปรากฏการณ์ความหนาแน่นของประชากรที่สูงขึ้นนี้ เป็นตัวบ่งชี้หนึ่งของทิศทางการขยายตัวของเมือง

เมื่อพิจารณาขอบเขตการปกครองระดับท้องถิ่นร่วมกับพื้นที่การปกครองระดับตำบล ความหนาแน่นประชากรและการเกิดขึ้นของเมือง พื้นที่ศึกษาจึงถูกแบ่งออกเป็น 22 พื้นที่ย่อยซึ่งเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ (unit of analysis) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 ความหนาแน่นของประชากรในเขตพื้นที่เมืองอุดรธานี พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2557
(Population density in the city of Udonthani in 2004 and 2014)



เทศบาลนครอุดรธานี

1.พื้นที่ตำบลหมากแข้ง ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี
2.พื้นที่ตำบลหนองบัว ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี
3.พื้นที่ตำบลหนองขอนกว้าง ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี
4.พื้นที่ตำบลบ้านจั่น ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี
5.พื้นที่ตำบลเชียงพิณ ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี
6.พื้นที่ตำบลบ้านเลื่อม ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี

เทศบาลตำบลหนองบัว

7.พื้นที่ตำบลหนองบัว (เหนือ) ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว
8.พื้นที่ตำบลสามพร้าว ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว
9.พื้นที่ตำบลหนองบัว (ใต้) ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว
10.พื้นที่ตำบลหนองนาคำ (เหนือ) ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว
11.พื้นที่ตำบลหนองนาคำ (ใต้) ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว
12.พื้นที่ตำบลหนองขอนกว้าง ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว

เทศบาลเมืองหนองสำโรง

13.พื้นที่ตำบลหมูม่น ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง
14.พื้นที่ตำบลบ้านเลื่อม ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง
15.พื้นที่ตำบลหนองบัว ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง
16.พื้นที่ตำบลเชียงพิณ ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง

เทศบาลตำบลบ้านจั่น

17.พื้นที่ตำบลหนองขอนกว้าง ในเขตเทศบาลตำบลบ้านจั่น
18.พื้นที่ตำบลบ้านจั่น ในเขตเทศบาลตำบลบ้านจั่น

องค์การบริหารส่วนตำบลนาดี

19.พื้นที่ตำบลนาดี ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลนาดี
20.พื้นที่ตำบลบ้านตาด ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลนาดี

องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านจั่น

21.พื้นที่ตำบลบ้านจั่น ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านจั่น
22.พื้นที่ตำบลหนองขอนกว้าง ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านจั่น

รูปที่ 4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและพื้นที่หน่วยการวิเคราะห์ (Boundary of study area and unit of analysis)

3. การทบทวนวรรณกรรม

3.1 การประเมินและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงของเมือง (Urban Risk Assessment)

ในการประเมินความเสี่ยงต่อภัยพิบัติ (disaster risk assessment) นั้น สิ่งแรกที่ควรต้องทำความเข้าใจก่อน คือ ภัยพิบัติ (disaster) นั้นไม่ได้เป็นผลจากภัยธรรมชาติเพียงอย่างเดียว แต่เป็นผลจากภัยจากธรรมชาติร่วมกับสภาพแวดล้อมทางสังคม ทางเศรษฐกิจ และทางการเมือง (Wisner, Blaikie, Cannon & Davis, 2004) โดยสภาพแวดล้อมนั้น อาจหมายถึงสถานที่อยู่อาศัยบนพื้นที่เสี่ยงของกลุ่มคนอันเกิดจากสถานะทางเศรษฐกิจที่ไม่พึงประสงค์ หรือหมายถึง ความไม่เท่าเทียมกันของโอกาสหรือลักษณะการเข้าถึงแหล่งรายได้หรือทรัพยากรอื่นๆ เช่น ข้อมูลข่าวสารของกลุ่มคนกลุ่มต่างๆ โดย Wisner et al. (2004) เสนอว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อภัยพิบัตินั้นควรพิจารณาถึงผลจากภัยธรรมชาติและไม่ใช่ธรรมชาติด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยเชิงสังคมและเศรษฐกิจต้องมีความสำคัญเทียบเท่ากับผลจากภัยธรรมชาติ

Wisner et al. (2004) ได้เสนอว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากภัยพิบัติใน Pressure and Release Model (PAR Model) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 3 ส่วน คือ ความเสี่ยง (risk) ความเปราะบาง (vulnerability) และภาวะภัย (hazard) โดยความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้นสามารถแสดงดังสมการที่ 1

$$\text{Risk (R)} = \text{Hazard (H)} \times \text{Vulnerability (V)} \qquad (1)$$

ความเสี่ยงจากภัยพิบัตินั้นเกิดจากการที่มีภาวะภัยและความเปราะบางเกิดขึ้นพร้อมกัน หรือในทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นจุดตัดกัน (intersection) ของภาวะภัยและความเปราะบาง ภาวะภัยนั้นเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแยกจากความเปราะบางอย่างชัดเจน แต่ภาวะภัยนั้นอาจส่งผลถึงจำนวนทรัพยากรที่มีสำหรับครัวเรือน หรือ ส่งผลให้ครัวเรือนมีความเปราะบางมากขึ้น ดังนั้นจึงไม่ควรละเลยปัจจัยเชิงสังคมและเศรษฐกิจในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

3.2 การประเมินภาวะภัย (Hazard Assessment)

ภาวะภัย (hazard) ในที่นี้หมายถึงเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือกิจกรรมของมนุษย์ ที่อาจนำมาซึ่งความเสียหายทางชีวิตและทรัพย์สิน หรือก่อให้เกิดการหยุด

ชะงักทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งในงานวิจัยนี้เน้นการวิเคราะห์ภาวะภัยธรรมชาติ คือ ภาวะภัยน้ำท่วม โดยประเมินจากลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ เช่น ระดับความสูงของพื้นที่ พื้นที่น้ำท่วมหรือระดับความสูงของน้ำท่วม (Espada, Apan & McDougall, 2012) ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปแบบของแผนที่การเกิดภัย (hazard map)

3.3 การประเมินความเปราะบาง (Vulnerability Assessment)

ในการให้คำนิยามความเปราะบาง งานวิจัยนี้นำแนวคิดของ PAR Model ซึ่งเน้นถึงสถานะทางสังคมและสาเหตุของการประสบภัยพิบัติมากกว่าผลของภาวะภัยเพียงอย่างเดียว (Blaikie, Cannon, Davis & Wisner, 1994, 1996; Wisner et al., 2004) มาใช้เป็นกรอบแนวคิดของงานวิจัย เนื่องจากขอบเขตของงานวิจัยนี้เน้นการวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบเศรษฐกิจและสังคมในชุมชนเมือง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ PAR Model

ตามแนวคิดของ PAR Model ได้กำหนดความหมายโดยทั่วไปของความเปราะบางว่า หมายถึงการมีแนวโน้มที่จะได้รับอันตรายหรือได้รับบาดเจ็บ แต่สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อภัยพิบัตินั้น ความเปราะบางหมายถึงลักษณะและสถานะของบุคคลหรือกลุ่มคนที่มีผลต่อความสามารถในการคาดการณ์ (anticipation) รับมือ (cope with) ป้องกัน (resist) หรือ ฟื้นฟู (recover) จากผลกระทบจากภัยอันตรายจากธรรมชาติ (Wisner et al., 2004) ความเปราะบางอาจเป็นผลมาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อชีวิตและความเป็นอยู่หรือทรัพย์สินของบุคคลหรือกลุ่มคนเหล่านั้นต่อความเสี่ยงจากภัยพิบัติทั้งทางธรรมชาติและทางสังคม โดยแต่ละบุคคลหรือกลุ่มบุคคลก็จะมีแนวโน้มที่จะรับผลกระทบจากภัยพิบัติแตกต่างกัน ซึ่งตัวแปรสำคัญที่สามารถเป็นตัวชี้วัดผลกระทบจากภัยพิบัตินั้น เช่น ชนชั้นทางสังคม อาชีพ ฐานะทางสังคม เชื้อชาติ เพศ สุขสภาวะ อายุ และลักษณะเครือข่ายทางสังคม

บุคคลหรือกลุ่มคนที่เปราะบาง คือ บุคคลหรือกลุ่มคนที่มีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบอย่างมากที่สุดเมื่อเทียบกับบุคคลหรือกลุ่มคนอื่นๆ ซึ่งตรงกันข้ามกับบุคคลหรือกลุ่มคนที่มีหลักประกัน (secure) และมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบอย่างน้อยที่สุด นักวิจัยหลายท่านเห็นว่าสิ่งที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของความเปราะบาง คือ ศักยภาพในการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติ (capacity) ซึ่งหมายถึงความสามารถของบุคคลหรือกลุ่มคนที่จะคาดการณ์ ป้องกัน และฟื้นฟูจากผลกระทบจากภัยอันตรายจากธรรมชาติได้โดยง่าย (Anderson & Woodrow, 1998; International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies [IFRC], 1999; Wisner, 2003) ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังภัยพิบัติ เช่น การป้องกันความเสี่ยงและลดความเสี่ยงโดยมีกฎหมายอาคารที่รัดกุม การวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับการระบายน้ำตามธรรมชาติ การสร้างความตระหนักถึงความเสี่ยง การฝึกซ้อมรับมือกับภัยพิบัติ การวางแผนการปรับตัวภายใต้การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เป็นต้น

3.4 ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (Social Vulnerability Index, SoVI)

ในการวิเคราะห์ความเปราะบางทางสังคม Cutter et al. (2003) ได้นำเสนอแนวคิดของการสร้างดัชนีความเปราะบางทางสังคม (Social Vulnerability Index, SoVI) เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความเปราะบางทั้งในเชิงสังคมและเชิงพื้นที่ โดยดัชนีความเปราะบางทางสังคมนั้นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความเหลื่อมล้ำทางสังคม (social inequalities) ซึ่งส่งผลต่อการได้รับความเสี่ยงหรือความสามารถในการรับมือต่อภัยพิบัติ และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความเหลื่อมล้ำเชิงสถานที่ (place inequalities) ซึ่งหมายถึงลักษณะของชุมชนและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ระดับความเป็นเมือง อัตราการเจริญเติบโต และความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจของชุมชน (economic vitality) ที่มีผลต่อความเปราะบางเชิงสังคมของสถานที่นั้น ๆ Cutter et al. (2003) ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติ Factor Analysis และ Principal Components Analysis ในการวิเคราะห์ความเปราะบางทางสังคมในระดับ County ของประเทศสหรัฐอเมริกา และได้เสนอ 11 ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อดัชนีความเปราะบางทางสังคม ได้แก่ (1) ฐานะทางเศรษฐกิจของบุคคล (2) อายุ (3) ความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้าง (4) การพึ่งพากับภาคการผลิตเพียงภาคเดียว (5) จำนวนที่อยู่อาศัยและลักษณะการถือครอง (6–9) เชื้อชาติและเผ่าพันธุ์ (10) อาชีพ (11) การพึ่งพาสาธารณูปโภค

ประโยชน์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของดัชนีความเปราะบางทางสังคม คือ เป็นดัชนีที่ตัวบ่งชี้เชิงเปรียบเทียบที่มีองค์ประกอบเชิงพื้นที่อย่างชัดเจน โดยผลลัพธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ความเปราะบางทางสังคม คือ แผนที่ความเปราะบางทางสังคม (SoVI Map) ซึ่งสามารถแสดงพื้นที่ที่มีความเปราะบางสูงเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา ดังนั้น แผนที่ความเปราะบางทางสังคม

จึงจะเป็นผลลัพธ์หนึ่งของการประเมินความเสี่ยงของงานวิจัยนี้

โดยสรุป การประเมินภาวะภัยและความเปราะบางนั้นนอกจากจะสามารถแสดงให้เห็นถึงปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเสี่ยงและความเปราะบางทางสังคมโดยการวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว ยังสามารถแสดงผลการประเมินเชิงพื้นที่ ซึ่งบ่งชี้ถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงหรือความเปราะบางทางสังคมที่สูง อันจะนำไปสู่การวางแผนและนโยบายเชิงพื้นที่เพื่อรับมือกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สามารถเกิดขึ้นได้ในอนาคต

4. ข้อมูลและการเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมีทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยข้อมูลปฐมภูมินั้นเป็นแหล่งของตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจสังคมเป็นหลัก เช่น รายได้ โครงสร้างครัวเรือน ลักษณะที่อยู่อาศัย การทำประกันภัย ประกันสุขภาพ เป็นต้น รวมทั้งความถี่ในการเกิดน้ำไม่เพียงพอ ส่วนข้อมูลทุติยภูมิเป็นแหล่งของตัวแปรทางด้านกายภาพเป็นหลัก เช่น ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล พื้นที่แหล่งน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่าตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมดังนั้น จึงสามารถนำข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิมาวิเคราะห์ร่วมกันได้

ในการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากแบบสอบถาม จำนวน 780 ชุด จากครัวเรือนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา การเก็บข้อมูลเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) จากทุกพื้นที่ศึกษาย่อย โดยแบ่งจำนวนแบบสอบถามของแต่ละพื้นที่จะแบ่งตามสัดส่วนของจำนวนครัวเรือนประมาณการและมีจำนวนแบบสอบถามอย่างน้อย 30 ชุด ตัวแปรที่เก็บจากแบบสอบถาม ประกอบไปด้วยตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในระดับครัวเรือน โดยแบบสอบถามประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ลักษณะครัวเรือน ลักษณะที่อยู่อาศัย และข้อมูลระดับบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ตัวแปรทางด้านลักษณะครัวเรือน ได้แก่ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เป็นเด็ก ผู้สูงวัย และมีรายได้ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน ภาวะการเป็นหนี้ของครัวเรือน ที่ตั้งของที่ทำงาน/ศึกษาของสมาชิกในครัวเรือน สถานพยาบาลที่สมาชิกครัวเรือนไปใช้บริการ

2. ตัวแปรทางด้านลักษณะที่อยู่อาศัย ได้แก่ ประเภทและลักษณะที่อยู่อาศัย จำนวนชั้น จำนวนห้อง สถานภาพการครอบครอง แหล่งน้ำดื่มและน้ำใช้ ปัญหาน้ำท่วมในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา

3. ตัวแปรด้านข้อมูลระดับบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ อายุ เพศ ระดับการศึกษาสูงสุด รายได้เฉลี่ยต่อเดือน สถานภาพการทำงาน การมีส่วนร่วมกับชุมชน สวัสดิการด้านการรักษาพยาบาล การประกันชีวิต ที่ตั้งของที่ทำงาน/ศึกษา ปัญหาน้ำท่วมของที่ทำงาน/ศึกษา

ส่วนข้อมูลทุติยภูมิ ทางคณะวิจัยใช้ข้อมูลจากกรมการปกครอง เทศบาลนครอุดรธานี การประปาส่วนภูมิภาค และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) โดยตารางที่ 1 แสดงรายชื่อของตัวแปร ชนิดข้อมูล และแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง เนื่องจากพื้นที่ศึกษาไม่ได้ประสบภาวะภัยน้ำท่วมมาเป็นเวลานาน คณะผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลน้ำท่วม ปี พ.ศ. 2548–2557 จาก GISTDA มาใช้ในการคำนวณความถี่ในการเกิดน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย

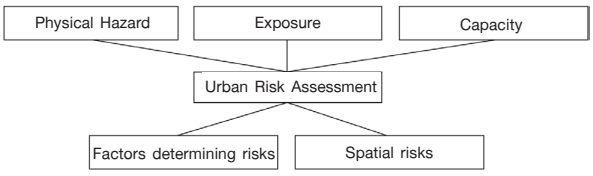
5. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการประเมินความเสี่ยงต่อภัยพิบัติของพื้นที่เมือง งานวิจัยนี้มีคำถามวิจัยหลัก คือ

ปัจจัยใดที่ส่งต่อความเสี่ยงต่อภาวะภัยธรรมชาติ ในพื้นที่เมืองอุดรธานี

พื้นที่ใดมีความเสี่ยงต่อภาวะภัยภัยธรรมชาติ ในพื้นที่เมืองอุดรธานี

รูปที่ 5 แสดงกรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้ การประเมินความเสี่ยงต่อภัยพิบัติของพื้นที่เมืองคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ ภาวะภัยทางกายภาพ (physical hazard) สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (exposure) และศักยภาพ (capacity) เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงและบ่งชี้ถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง ในพื้นที่เมืองอุดรธานี



รูปที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย (Research framework)

จากการทบทวนวรรณกรรมในการประเมินความเสี่ยงของเมืองว่า ความเสี่ยง (risk) คือ ความสัมพันธ์ของภาวะภัย (hazard) และความเปราะบาง (vulnerability)

ตารางที่ 1 ตัวแปร ชนิดข้อมูล และแหล่งข้อมูล (Variables, Types of Data, and Data Sources)

ตัวแปร	ชนิดข้อมูล (แหล่งข้อมูล)
ค่าดัชนีความเสี่ยง (Risk index)	
ความถี่ที่เกิดภาวะน้ำท่วม (RF)	ข้อมูล GIS (GISTDA) ข้อมูลน้ำท่วมปี พ.ศ. 2548–2557
ภาวะภัยทางกายภาพ (Physical Hazard)	
ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Elev)	ข้อมูล GIS (GISTDA)
โครงข่ายน้ำ (Hydro)	ข้อมูล GIS (GISTDA และเทศบาลนครอุดรธานี)
พื้นที่รองรับน้ำ (Retention)	ข้อมูล GIS (GISTDA และเทศบาลนครอุดรธานี)
สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (Exposure)	
ดัชนีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (EconI)	ข้อมูล GIS (GISTDA และเทศบาลนครอุดรธานี)
ฐานอาคารพานิชยกรรมในพื้นที่ (CommFP)	ข้อมูล GIS (GISTDA และเทศบาลนครอุดรธานี)
ฐานอาคารอุตสาหกรรมในพื้นที่ (MfgFP)	ข้อมูล GIS (GISTDA และเทศบาลนครอุดรธานี)
ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI)	ข้อมูลทุติยภูมิและจากสำรวจ (กรมการปกครองและแบบสอบถาม)
ศักยภาพ (Capacity)	
ศักยภาพทางกายภาพ (Physical Capacity)	
ความสามารถในการระบายน้ำ (D)	ข้อมูล GIS (เทศบาลนครอุดรธานี)
ความสามารถในการผลิตและส่งจ่ายน้ำประปา (W)	ข้อมูลทุติยภูมิและ GIS (การประปาส่วนภูมิภาคและเทศบาล)
ศักยภาพในการจัดการปัญหา (Coping Capacity)	
ระบบเครือข่ายชุมชน (SN)	ข้อมูลจากสำรวจ (แบบสอบถาม)
ระบบสาธารณสุข (H)	ข้อมูลจากสำรวจ (แบบสอบถาม)
การประกันภัย (Ins)	ข้อมูลจากสำรวจ (แบบสอบถาม)
ประกันสุขภาพ (HIns)	ข้อมูลจากสำรวจ (แบบสอบถาม)

ดังแสดงในสมการที่ 1 หากแต่ว่า ยังมีการถกเถียงถึงความหมายของความเปราะบาง ไม่ครอบคลุมพอ ไม่สะท้อนถึงศักยภาพ (capacity) (Davis, Haghebaert & Peppiatt, 2004; Gaillard, 2010; Alwang et al., 2001) ดังนั้น การประเมินความเสี่ยงควรคำนึงถึงศักยภาพที่เป็นองค์ประกอบที่แยกออกมาจากความเปราะบาง ดังแสดงในสมการที่ 2

$$\text{Risk} = \text{Hazard} \times \text{Vulnerability} \times \text{Capacity} \quad (2)$$

หากแต่ว่าความเปราะบางนั้นมีความหมายที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม ยากที่จะทำการวัดเพื่อการประเมินความเสี่ยง ดังนั้นเพื่อการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการดำเนินการ (operational definition) ในการประเมินความเสี่ยงของเมืองของพื้นที่เมืองจังหวัดอุดรธานีนั้น ค่าความเสี่ยงจึงควรจะเป็นผลมาจากปัจจัยหลักสามกลุ่มหลัก ได้แก่ ภาวะภัยทางกายภาพ (physical hazard) สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (exposure) และศักยภาพต่อการรับมือกับความเสี่ยง (coping capacity) ซึ่งความเสี่ยงของเมืองนั้นสามารถวัดได้จากค่าดัชนีความเสี่ยง (risk index) และความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงกับปัจจัยหลักทั้งสามนั้นสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3

$$\text{Risk Index} = \text{Physical Hazard} \times \text{Exposure} \times \text{Coping capacity} \quad (3)$$

โดยค่าดัชนีความเสี่ยง (risk index) จะสะท้อนภาวะภัยน้ำท่วม โดยวัดจากความถี่ที่เกิดภาวะน้ำท่วม โดยดัชนีความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม (RF) สามารถวัดได้จากอัตราส่วนของจำนวนปีที่มีน้ำท่วมต่อจำนวนปีทั้งหมดที่มีข้อมูลน้ำท่วม เช่น จากข้อมูลน้ำท่วมย้อนหลังเป็นเวลา 10 ปี พื้นที่ศึกษาย่อยเกิดการน้ำท่วม 2 ปี ความถี่ในการเกิดน้ำท่วมจะเท่ากับร้อยละ 20

5.1 ภาวะภัยทางกายภาพ (Physical Hazard)

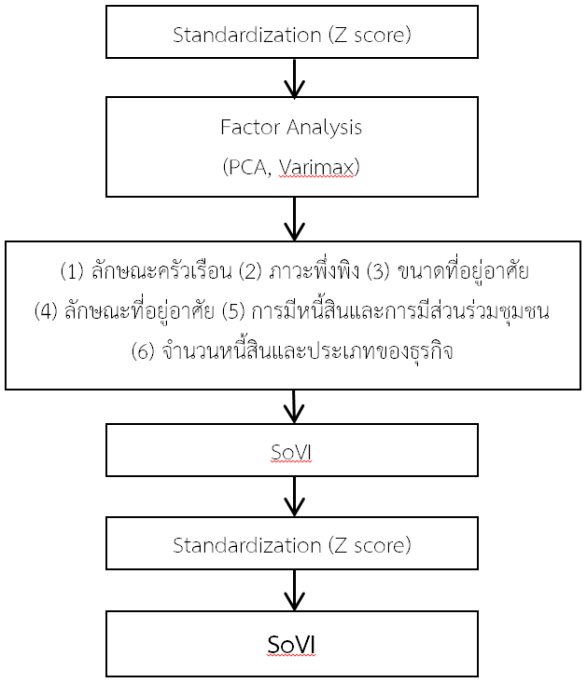
ภาวะภัยทางกายภาพ (physical hazard) วัดจากปัจจัยทางกายภาพเป็นหลัก ได้แก่ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (elev) โครงข่ายน้ำ (hydro) โดยวัดจากความยาวของลำคลองในพื้นที่ และพื้นที่รองรับน้ำ (retention) โดยวัดจากสัดส่วนพื้นที่น้ำต่อพื้นที่ทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย

5.2 สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (Exposure)

สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (exposure) วัดจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจในพื้นที่ เช่น ดัชนีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (EconI) สัดส่วนพื้นที่พานิชยกรรม (CommFP) สัดส่วนพื้นที่อุตสาหกรรม (MfgFP) ความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้าง (BldgDens) และดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) ซึ่งวัดจากตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนในพื้นที่ ได้แก่ รายได้เฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ สัดส่วนภาวะพึ่งพาของเด็กและผู้สูงอายุ การศึกษาของครัวเรือนในพื้นที่ สัดส่วนอาชีพของหัวหน้าครัวเรือน โครงสร้างครัวเรือน

ความเปราะบางทางสังคมนั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง ดังนั้น ในการคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) จึงใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ปัจจัยหรือองค์ประกอบ โดยจะมีการจับกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกันหรือที่เรียกว่า Factor เดียวกันเพื่อมาใช้อธิบายค่าตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง (latent variable) จากค่าของตัวแปรที่สังเกตได้ (observed variable) โดยใช้วิธีการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) (Hazards & Vulnerability Research Institute (HVRI), 2011) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) เป็นข้อมูลจากแบบสอบถาม ต้องผ่านการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ z-score แล้วจึงนำไปวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) โดยการคำนวณค่า SoVI นั้นจะเป็นการรวมคะแนน Factor ต่างๆ โดยปัจจัยที่ส่งผลทางบวกต่อความเสี่ยง (ค่ามากขึ้นมีความเสี่ยงมากขึ้น) จะถูกรวมค่าน้ำหนักเป็นบวก ส่วนปัจจัยที่ส่งผลทางลบต่อความเสี่ยง (ค่ามากขึ้นมีความเสี่ยงน้อยขึ้น) จะถูกรวมค่าน้ำหนักเป็นลบ (Armas & Gavris, 2013) รูปที่ 6 แสดงกระบวนการในการคำนวณค่า SoVI

ดังที่กล่าวมาแล้ว ค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมเป็นตัวชี้วัดความเปราะบางแบบเทียบเคียง (Relative Scale) โดยพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมสูงนั้นหมายถึง พื้นที่นั้นมีครัวเรือนที่อาศัยอยู่มีลักษณะที่มีความเปราะบางสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ ในขอบเขตพื้นที่ศึกษา ยกตัวอย่างเช่น เป็นพื้นที่ที่มีเด็ก คนชรา หรือครัวเรือนที่มีรายได้น้อยในสัดส่วนที่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ในขอบเขตพื้นที่ศึกษา ในทางกลับกัน พื้นที่ที่มีค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมต่ำนั้นหมายถึงพื้นที่นั้นมีครัวเรือนที่อาศัยอยู่มีลักษณะที่มีความเปราะบางต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ ในขอบเขตพื้นที่ศึกษา ดังนั้น การเปรียบเทียบค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมจึงมีนัยยะสำคัญในเชิงเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ย่อยภายในขอบเขตพื้นที่ศึกษามากกว่าเปรียบเทียบนอกขอบเขตพื้นที่ศึกษา



(ดัดแปลงจาก Armas & Gavris, 2013)

รูปที่ 6 การคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI)
(Calculation of Social Vulnerability Index (SoVI))

5.3 ศักยภาพ (Capacity)

ศักยภาพ (capacity) ในที่นี้รวมถึง ศักยภาพทางกายภาพ (physical capacity) และศักยภาพในการจัดการปัญหา (coping capacity) โดยวัดจากสัดส่วนครัวเรือนที่ใช้ระบบสาธารณสุขในพื้นที่ (H) มีการประกันภัย (Ins) มีการประกันสุขภาพ (HIns) ความสามารถในการระบายน้ำ (D) สำหรับการวัดความเสี่ยงจากภาวะภัยน้ำท่วม

5.4 สมการค่าดัชนีความเสี่ยง (Risk Index)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความเสี่ยง (risk index) และความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงกับปัจจัยหลักทั้งสามนั้น สามารถแสดงได้ในรูปสมการความสัมพันธ์เชิงเส้น (linear regression model) ในรูปแบบ Natural Logarithm เพื่อเป็นการเปลี่ยนแปลงจากความสัมพันธ์ในรูปแบบการคูณให้เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น สมการความสัมพันธ์ความเสี่ยงน้ำท่วม แสดงในสมการที่ 11 (รายละเอียดของตัวแปรแสดงในตารางที่ 1)

$$\ln(RF)i = \alpha + \beta_1 \ln(Elev)_i + \beta_2 \ln(Hydro)_i + \beta_3 \ln(Retention)_i + \beta_4 \ln(EconI)_i + \beta_5 \ln(CommFP)_i + \beta_6 \ln(MfgFP)_i + \beta_7 \ln(SoVI)_i + \beta_8 \ln(D)_i + \beta_9 \ln(H)_i + \beta_{10} \ln(Ins)_i + \beta_{11} \ln(HIns)_i + \varepsilon_i \quad (11)$$

โดย i หมายถึง พื้นที่ศึกษา i

α หมายถึง ค่าคงที่

β หมายถึง สัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่างๆ

ε หมายถึง ค่าความคาดเคลื่อนผลการศึกษา

6. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางทางสังคมของแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมครัวเรือนในพื้นที่เมืองอุดรธานีนั้นมีอยู่ 6 ปัจจัยหลัก ได้แก่ (1) ลักษณะทางครัวเรือน (2) ภาวะพึ่งพิง (3) ขนาดที่อยู่อาศัย (4) ลักษณะที่อยู่อาศัย (5) การมีหนี้สินและการมีส่วนร่วมชุมชน และ (6) จำนวนหนี้สินและประเภทของธุรกิจ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้นแสดงในตารางที่ 2 โดยเรียงตามลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยและตัวแปรที่อยู่ในกลุ่มปัจจัยนั้น ซึ่งค่า Factor Loadings แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับปัจจัย โดยตัวแปรที่มีความสำคัญต่อปัจจัยจะมีค่า Factor Loadings มากกว่า 0.5 (หรือน้อยกว่า –0.5)

ปัจจัยลำดับแรกที่ส่งผลต่อความเปราะบางทางสังคม คือ ลักษณะทางครัวเรือน ตัวแปรที่สำคัญในปัจจัยนี้ เช่น รายได้ครัวเรือน การเป็นเจ้าของที่อยู่อาศัย สถานภาพการทำงาน การมีประกันชีวิต เป็นต้น ปัจจัยนี้จึงควรส่งผลเป็นลบต่อค่าดัชนีความเปราะบาง ตัวอย่างเช่นครัวเรือนที่เป็นเจ้าของที่อยู่ มีรายได้ครัวเรือนสูง และมีการประกันชีวิตจึงควรมีความเปราะบางทางสังคมที่ต่ำเมื่อเทียบกับครัวเรือนที่เช่าที่อยู่อาศัย มีรายได้ครัวเรือนไม่สูง และไม่มีการประกันชีวิต ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลทางลบต่อค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม ได้แก่ ขนาดที่อยู่อาศัยและลักษณะที่อยู่อาศัย โดยครัวเรือนที่อาศัยในบ้านที่มีสองชั้นหรือมีจำนวนห้องหลายห้องควรที่จะมีความเปราะบางทางสังคมที่ต่ำเมื่อเทียบกับครัวเรือนที่อาศัยในบ้านชั้นเดียว

ปัจจัยที่ส่งผลทางบวกต่อค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม ได้แก่ ภาวะพึ่งพิง ซึ่งประกอบด้วยจำนวนสมาชิกครัวเรือนที่อายุต่ำกว่า 15 ปี จำนวนสมาชิกครัวเรือนที่อายุมากกว่า 60 ปี การมีรายได้ของสมาชิกครัวเรือน ตัวอย่างเช่น ครัวเรือนที่มีสมาชิกที่มีเด็ก คนชรา หรือไม่มีรายได้ ควรมีความเปราะบางทางสังคมที่สูงกว่าครัวเรือนที่มีแต่สมาชิกในวัยทำงานและมีรายได้ ปัจจัยด้านจำนวนหนี้สินและประเภทของธุรกิจก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลทางบวกต่อค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม สำหรับปัจจัยด้านการมีหนี้สินและการมีส่วนร่วมชุมชนนั้นไม่แน่ชัดว่าควรเป็นบวกหรือลบ ดังนั้น จึงใช้ค่าสัมบูรณ์ (absolute) ของปัจจัยนี้ในการคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (Zhou, Li, Wu, Wu & Shi, 2014)

โดยในการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้น ได้ทำการทดสอบความเหมาะสมของตัวแปรในการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยใช้ the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Measure และ Bartlett's Test of Sphericity ซึ่งค่าสถิติ KMO นั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ค่า KMO ควรจะมีค่าที่สูงกว่า 0.5 จึงจะนับว่าตัวแปรเหล่านั้นมีความเหมาะสมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ ยิ่งค่า KMO มีค่าสูงขึ้นยิ่งแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมที่มากขึ้น (Zhou et al., 2014) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ คำนวณได้ค่า KMO เท่ากับ 0.899 ซึ่งนับว่ากลุ่มตัวแปรที่ได้กล่าวมานั้นมีความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อนำไปคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมเป็นอย่างยิ่ง ส่วนการทดสอบของ Bartlett เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยจากการทดสอบพบว่าตัวแปรเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันและมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มตัวแปรเพื่อหาปัจจัยต่อดัชนีความเปราะบางทางสังคมได้

ผลการคำนวณค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมของแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อยแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งค่าดัชนีจะอยู่ในช่วงระหว่าง (–3) ถึง 3 โดยพื้นที่ที่มีค่าดัชนีสูงหมายถึงพื้นที่นั้นมีความเปราะบางสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ แสดงในแผนที่จะมีสีเข้มกว่าพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความเปราะบางต่ำ พื้นที่ศึกษาย่อยที่มีค่าดัชนีความเปราะบางสูงที่สุด 3 อันดับแรก คือ พื้นที่ตำบลบ้านตาด ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลนาดี (ค่าดัชนีเท่ากับ 1.363) พื้นที่ตำบลหนองบัว (ใต้) ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว (ค่าดัชนีเท่ากับ 0.949) พื้นที่ตำบลหนองขอนกว้าง ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว (ค่าดัชนีเท่ากับ 0.319) จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีความเปราะบางสูงมักจะเป็นพื้นที่นอกขอบเขตเทศบาลนครอุดรธานีไปทางด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศเหนือ

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) (Factors affecting Social Vulnerability Index (SoVI))

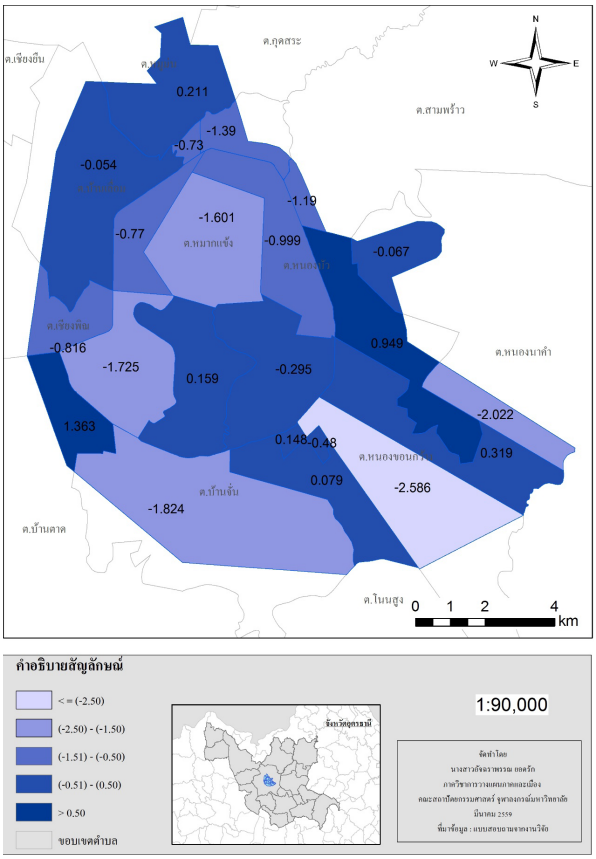
Sign	ลำดับ	ปัจจัย	ตัวแปรสำคัญ	Factor Loadings
-	1	ลักษณะครัวเรือน	จำนวนสมาชิกครัวเรือน	0.7547
			อายุของหัวหน้าครัวเรือน	0.7279
			รายได้ครัวเรือน	0.7259
			การเป็นเจ้าของที่อยู่อาศัย	0.7118
			ระดับการศึกษา	0.7888
			รายได้บุคคล	0.5492
			สถานภาพการทำงาน	0.9104
			การมีสวัสดิการด้านการรักษาพยาบาล	0.7595
			การมีประกันชีวิต	0.8453
			การประสบปัญหาน้ำท่วมขังในที่ทำงาน	0.8879
+	2	ภาวะพึ่งพิง	จำนวนสมาชิกครัวเรือนที่อายุต่ำกว่า 15 ปี	0.8279
			จำนวนสมาชิกครัวเรือนที่อายุมากกว่า 60 ปี	0.8591
			จำนวนสมาชิกครัวเรือนที่ทำงานมีรายได้	0.807
-	3	ขนาดที่อยู่อาศัย	จำนวนห้อง	0.9958
			จำนวนห้องนอน	0.9958
-	4	ลักษณะที่อยู่อาศัย	ลักษณะที่อยู่อาศัย	0.8739
			จำนวนชั้น	0.8755
II	5	การมีหนี้สินและการมีส่วนร่วมชุมชน	การมีหนี้สินครัวเรือน	0.6458
			การมีส่วนร่วมในกิจกรรมชุมชน	0.6954
+	6	จำนวนหนี้สินและประเภทของธุรกิจ	จำนวนหนี้สินครัวเรือน	0.7682
			ประเภทของงานอุตสาหกรรม หรือประเภทธุรกิจ	0.7336

Bartlett Test of Sphericity
Chi-square = 19009.756
Degrees of Freedom = 210
p-value = 0.000 (H0: variables are not intercorrelated)
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Measure of Sampling Adequacy
KMO = 0.899

7. ผลการวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม

ผลการวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม โดยวิธีการวิเคราะห์ 3 วิธี คือ (1) Ordinary Least Square (OLS) (2) Spatial Error Model (3) Spatial Lag Model ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยมีการแปลงค่าตัวแปรต้นด้วย Natural Logarithms ดังที่กล่าวมาข้างต้น และแปลงเป็นค่ามาตรฐาน (Standardization) โดยตัวแปรที่มีค่าเป็นลบ เช่น ค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) จะไม่สามารถแปลงด้วย Natural Logarithms ดังนั้น จึงมีการปรับค่าดัชนีแบบ Ordinal Scare โดยแบ่งเป็น 4 ช่วง ระหว่าง 1 (ต่ำสุด) ถึง 4 (สูงสุด) นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบ Multicollinearity Test ระหว่างตัวแปรต้นเหล่านี้ด้วยค่า Variance Inflation Factor (VIF) โดยค่า VIF ควรจะมีค่าที่ต่ำกว่า 5 ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4 ค่า VIF ของทุกตัวแปรไม่สูงกว่า 5 ดังนั้นตัวแปรเหล่านี้ไม่มีปัญหา Multicollinearity และมีความเหมาะสมในการนำไปวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์เชิงเส้น

ในการเลือกรูปแบบการวิเคราะห์ที่เหมาะสมนั้นสามารถพิจารณาโดยดูจากค่า Log-likelihood, AIC, และ Schwarz Criterion (Anselin, 1999) โดยวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุดนั้นควรจะมีค่า Log-likelihood สูง และมีค่า AIC และ Schwarz Criterion ต่ำ จากการทดสอบความเหมาะสมของแต่ละวิธีวิเคราะห์พบว่า ผลกระทบเชิงพื้นที่ (Spatial Effect) นั้น มีนัยยะสำคัญทางสถิติ และ Spatial Lag Model มีความเหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม เนื่องจาก Spatial Lag Model มีค่า Log-likelihood สูงที่สุด และมีค่า AIC และ Schwarz Criterion ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับ OLS และ Spatial Error Model



รูปที่ 7 ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) ของพื้นที่ศึกษา (Social Vulnerability Index (SoVI) of the Study Area)

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่บ่งชี้สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (exposure) เช่น สัดส่วนฐานอาคารพาณิชยกรรมในพื้นที่ สัดส่วนฐานอาคารอุตสาหกรรมในพื้นที่ และดัชนีความเปราะบางทางสังคม ส่งผลในทางบวกต่อความเสี่ยง (มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก) นอกจากนี้ ปัจจัยอื่นๆ ที่มีนัยยะสำคัญและมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ได้แก่ โครงข่ายน้ำ สัดส่วนพื้นที่รองรับน้ำ (แสดงให้เห็นว่าหากพื้นที่ไหนมีแหล่งน้ำเป็นพื้นที่กว้าง จะมีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำสามารถเอ่อล้นออกจากแหล่งน้ำมาท่วมได้) ความสามารถในการระบายน้ำ สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลเอกอุดร (ซึ่งเป็นโรงพยาบาลเอกชนจึงมีค่ารักษาพยาบาลที่สูงกว่าหากเจ็บป่วย ส่งผลให้มีความเสี่ยงที่สูงขึ้น) สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการรักษาพยาบาลจากนายจ้าง (ซึ่งอาจเป็นเพราะมีสวัสดิการจากนายจ้างแล้วจึงละเลยที่ระมัดระวังเรื่องการรักษาพยาบาล ส่งผลให้มีความเสี่ยงที่สูงขึ้น) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับความเสี่ยง หากปัจจัยเหล่านี้มีค่าเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้มีความเสี่ยงมากขึ้น ในด้านการรักษาพยาบาลได้แบ่งตัวแปรเป็นสัดส่วนผู้ใช้โรงพยาบาล 3 โรงพยาบาล เนื่องจากต้องการทราบถึงความแตกต่างระหว่างการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาลรัฐ (รพ.อุดรธานี) โรงพยาบาลเอกชน (รพ.เอกอุดร) และโรงพยาบาลอื่น ๆ

ในทางกลับกันปัจจัยที่บ่งชี้ถึงศักยภาพในการจัดการปัญหา (coping capacity) เช่น สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอุดรธานี (ซึ่งคาดว่าเป็นเพราะเป็นโรงพยาบาลของรัฐ) สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอื่นๆ สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการจากประกันสังคม ส่งผลในทางลบต่อความเสี่ยง (มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ) สะท้อนให้เห็นว่าการมีศักยภาพในการรับมือทางด้านสาธารณสุขที่เพิ่มขึ้นสามารถช่วยลดค่าความเสี่ยงได้ ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีนัยยะสำคัญและมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ ได้แก่ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ดัชนีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความเสี่ยง หากมีปัจจัยเหล่านี้มีค่าสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าความเสี่ยงลดลง

8. ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงพื้นที่

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงพื้นที่ในรูปแบบของค่าดัชนีความเสี่ยง ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์ปัจจัยหรือองค์ประกอบ โดยจะมีการจับกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกันหรือที่เรียกว่า Factor เดียวกันเพื่อมาใช้อธิบายค่าตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง (latent variable) จากค่าของตัวแปรที่สังเกตได้ (observed variable) โดยใช้วิธีการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) จากการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับพื้นที่ศึกษาย่อย พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าดัชนีความเสี่ยงต่อทั้งภาวะภัยน้ำท่วมโดยเรียงจากความสามารถในการอธิบายความเสี่ยงจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดดังนี้ (1) ศักยภาพในการจัดการปัญหา (2) กิจกรรมทางเศรษฐกิจและความหนาแน่นสิ่งปลูกสร้าง (3) ภาวะภัยทางกายภาพ (4) สัดส่วนฐานอาคาร และ (5) ดัชนีความเปราะบางทางสังคม ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยทั้ง 5 ปัจจัยนี้สามารถอธิบายร้อยละ 84.34 ของค่าความเสี่ยงน้ำท่วม

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ และความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม (Relationships between factors and risk of flood)

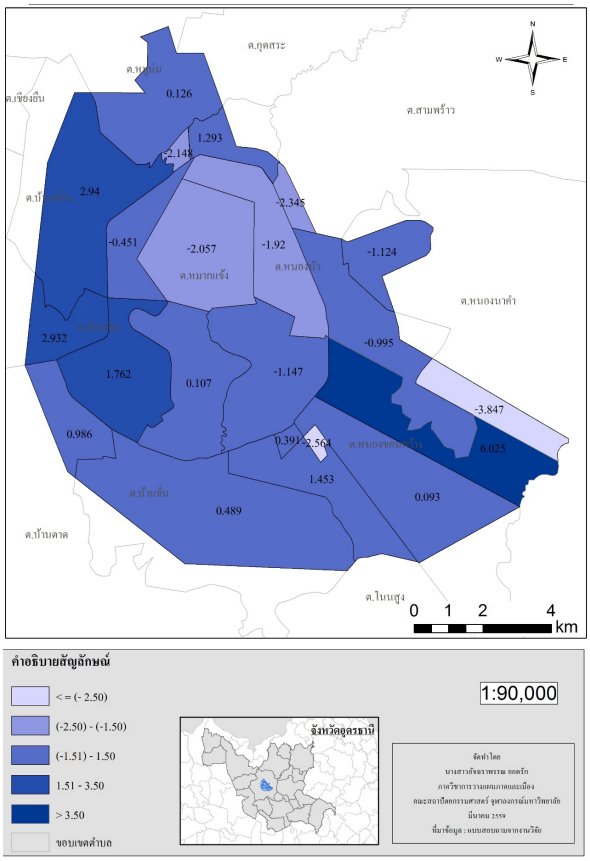
ตัวแปร	OLS	Spatial Error	Spatial Lag
ค่าคงที่ (constant)	0.154***	0.125***	0.223***
	(3.892)	(17.146)	(7.675)
ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล	−0.213***	−0.147***	−0.230***
	(−3.960)	(−5.801)	(−9.106)
โครงข่ายน้ำ	0.177**	0.177***	0.156***
	(2.932)	(6.509)	(5.479)
สัดส่วนพื้นที่รองรับน้ำ	0.090	0.108**	0.105***
	(1.219)	(2.236)	(3.090)
ดัชนีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ	−0.569***	−0.522***	−0.556***
	(−8.151)	(−22.503)	(−17.159)
สัดส่วนฐานอาคารพานิชยกรรมในพื้นที่	0.465***	0.469***	0.412***
	(7.434)	(16.494)	(12.416)
สัดส่วนฐานอาคารอุตสาหกรรมในพื้นที่	0.648***	0.5486***	0.587***
	(8.494)	(16.091)	(14.648)
ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) ใน Quantile Scale	0.073	0.092**	0.067***
	(1.373)	(2.902)	(2.723)
ความสามารถในการระบายน้ำ	0.083	0.077**	0.078**
	(1.185)	(2.476)	(2.440)
สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอุดรธานี	−0.227**	−0.211***	−0.223***
	(−3.071)	(−3.777)	(−6.598)
สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลเอกอุดร	0.045	−0.0457	0.0614**
	(0.865)	(−1.489)	(2.479)
สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอื่นๆ	−0.648***	−0.602***	−0.675***
	(−12.018)	(−47.782)	(−25.981)
สัดส่วนครัวเรือนที่มีการประกันภัย	0.023	0.038	0.005
	(0.383)	(1.386)	(0.183)
สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการรักษาพยาบาลจากนายจ้าง	0.329***	0.267***	0.396***
	(5.826)	(12.983)	(11.891)
สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการจากประกันสังคม	−0.004	−0.074***	−0.069**
	(−0.079)	(−2.703)	(−2.142)
λ−Constant		−3.024***	
		(−26.323)	
ρ-Constant			−0.302***
			(−3.241)
R-squared	0.984	0.998	0.990
Log-likelihood	19.104	21.802	23.517
AIC	−8.209	−13.603	−15.033
Schwarz Criterion	8.157	2.762	2.424

Note: ค่า t-statistics (and z-value) แสดงในวงเล็บ

***, ** และ * แสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ที่มีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01, 0.05 และ 0.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 Multicollinearity Test ของตัวแปรต้นในสมการความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม (Multicollinearity Test of Independent Variables in the Equation of Flood Risk)

ตัวแปร	VIF	1/VIF
ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล	1.9	0.526026
โครงข่ายน้ำ	2.27	0.440046
สัดส่วนพื้นที่รองรับน้ำ	2.54	0.39345
ดัชนีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ	3.01	0.331709
สัดส่วนฐานอาคารพานิชยกรรมในพื้นที่	2.2	0.453925
สัดส่วนฐานอาคารอุตสาหกรรมในพื้นที่	3.77	0.265047
ดัชนีความเปราะบางทางสังคม (SoVI) ใน quantile scale	1.77	0.563762
ความสามารถในการระบายน้ำ	3.08	0.324855
สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอุดรธานี	3.17	0.315315
สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลเอกอุดร	1.76	0.567968
สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอื่นๆ	1.81	0.552385
สัดส่วนครัวเรือนที่มีการประกันภัย	2.43	0.41183
สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการรักษาพยาบาลจากนายจ้าง	2.81	0.35527
สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการจากประกันสังคม	2.1	0.476811
	2.47	



รูปที่ 8 ดัชนีความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม (Flood risk index)

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าดัชนีความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม (Factors affecting flood risk index)

Sign	ลำดับ	ปัจจัย	ตัวแปรสำคัญ	Factor Loading	สัดส่วน
-	1	ศักยภาพในการจัดการปัญหา	การประกันภัย	0.7443	0.2542
			สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการรักษาพยาบาลจากนายจ้าง	0.8009	
			สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการรักษาพยาบาลจากรัฐ	-0.8748	
			สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการจากประกันสังคม	0.8254	
+	2	กิจกรรมทางเศรษฐกิจและความหนาแน่นสิ่งปลูกสร้าง	ดัชนีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ	0.9356	0.2059
			ความหนาแน่นของฐานอาคาร	0.9716	
-	3	ภาวะภัยทางกายภาพ	โครงข่ายน้ำ	0.8867	0.1413
			พื้นที่รองรับน้ำ	0.7943	
+	4	สัดส่วนฐานอาคาร	สัดส่วนฐานอาคารพานิชยกรรมในพื้นที่	0.6672	0.1379
			สัดส่วนฐานอาคารอุตสาหกรรมในพื้นที่	-0.8961	
+	5	ดัชนีความเปราะบางทางสังคม	ดัชนีความเปราะบางทางสังคม	0.9079	0.1041

โดยปัจจัยแรก คือ ศักยภาพในการจัดการปัญหามีสัดส่วนในการอธิบายค่าดัชนีความเสี่ยงอยู่ที่ร้อยละ 25.42 สำหรับความเสี่ยงน้ำท่วม โดยมีตัวแปรหลัก เช่น สัดส่วนครัวเรือนที่มีการประกันภัย และสัดส่วนครัวเรือนที่มีการประกันสุขภาพ ปัจจัยที่มีอันดับรองลงมาคือ กิจกรรมทางเศรษฐกิจและความหนาแน่นสิ่งปลูกสร้าง โดยมีสัดส่วนในการอธิบายค่าดัชนีความเสี่ยงอยู่ที่ร้อยละ 20.59

รูปที่ 8 แสดงแผนที่ดัชนีความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาที่ โดยแสดงเป็นค่ามาตรฐาน จากรูปจะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วมต่ำโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ใจกลางเมือง เช่น พื้นที่ตำบลหมากแข้ง ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 1) และพื้นที่ตำบลหนองบัว ในเขตเทศบาลนครอุดรธานี (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 2) ซึ่งอาจเป็นเพราะพื้นที่เป็นพื้นที่เมืองมาก่อน และเคยผ่านภาวะภัยน้ำท่วมมาก่อน ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการรับมือต่อภาวะภัยที่สูงกว่าพื้นที่นอกเขตเทศบาลนครอุดรธานี

พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภาวะภัยเกิดน้ำท่วมมากที่สุด คือ พื้นที่ตำบลหนองขอนกว้าง ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 12) รองลงมาคือ พื้นที่ตำบลบ้านเลื่อม ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 14) และพื้นที่ตำบลเชียงพิณ ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 16) ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อคำนึงถึง 3 องค์ประกอบหลักของความเสี่ยงที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้แก่ ภาวะภัยทางกายภาพ สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง และศักยภาพ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภาวะภัยเกิดน้ำท่วมจะเป็นพื้นที่นอกเขตเทศบาลนครอุดรธานี ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ในแนวทิศทางการเจริญเติบโตของเมือง และอาจจะยังไม่มีการป้องกันภาวะภัยน้ำท่วมที่ดีหรือระบบส่งจ่ายน้ำประปาที่เพียงพอเมื่อเทียบกับพื้นที่ในขอบเขตเทศบาลนครอุดรธานี โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษาต่อภาวะภัยน้ำท่วม ได้แก่ พื้นที่ตำบลหนองบัว (เหนือ) ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 7) พื้นที่ตำบลหมูม่น ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 13) และพื้นที่ตำบลบ้านเลื่อม ในเขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง (พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 14) เนื่องจากมีการขยายตัวของเมืองที่มากขึ้นในทิศทางนั้น เช่น การพัฒนาโครงการบ้านจัดสรร เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 9 สะท้อนให้เห็นถึงระดับของความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นทั้งจากภาวะภัยทางกายภาพและศักยภาพในการรับมือกับภาวะภัยต่าง ๆ ของประชากรในพื้นที่

ที่มา: Google Maps

รูปที่ 9 การพัฒนาที่อยู่อาศัยในบริเวณเทศบาลเมืองหนองสำโรง (ทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา) (Residential development in the municipality of Nongsamrong (the north of study area))

9. บทสรุป

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์บทนี้เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงของเมือง (urban risk assessment) และประเมินค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคม (social vulnerability index) ของพื้นที่เมืองอุดรธานีต่อภาวะภัยน้ำท่วม โดยพิจารณาถึงปัจจัยทางธรรมชาติร่วมกับสภาพแวดล้อมทางสังคมและเศรษฐกิจที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วย ในชุมชนเมืองเขตอำเภอเมืองอุดรธานี และพื้นที่ข้างเคียง เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงปัจจัยในด้านกายภาพและเศรษฐกิจสังคมที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม และพื้นที่เสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วม

จากการวิเคราะห์ของความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วมด้วยสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นพบว่า ปัจจัยที่บ่งชี้สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (exposure) ในทางกายภาพ เช่น สัดส่วนฐานอาคารพาณิชยกรรมในพื้นที่ สัดส่วนฐานอาคารอุตสาหกรรมในพื้นที่ และปัจจัยทางสังคมโดยชี้วัดจากดัชนีความเปราะบางทางสังคม ส่งผลในทางบวกต่อความเสี่ยง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากปัจจัยเหล่านี้มีค่าเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้มีความเสี่ยงมากขึ้น ในทางกลับกันปัจจัยที่บ่งชี้ถึงศักยภาพในการจัดการปัญหา (coping capacity) เช่น สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอุดรธานี สัดส่วนครัวเรือนที่ใช้บริการโรงพยาบาลอื่น ๆ

สัดส่วนครัวเรือนที่มีสวัสดิการจากประกันสังคม ส่งผลในทางลบต่อความเสี่ยง ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการมีศักยภาพในการรับมือทางด้านสาธารณสุขที่เพิ่มขึ้นสามารถช่วยลดค่าความเสี่ยงได้

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเปราะบางทางสังคมของแต่ละพื้นที่ศึกษาย่อย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าดัชนีความเปราะบางทางสังคมครัวเรือนในพื้นที่เมืองอุดรธานีนั้นมีอยู่ 6 ปัจจัยหลัก ได้แก่ (1) ลักษณะทางครัวเรือน (2) ภาวะพึ่งพิง (3) ขนาดที่อยู่อาศัย (4) ลักษณะที่อยู่อาศัย (5) การมีหนี้สินและการมีส่วนร่วมชุมชน และ (6) จำนวนหนี้สินและประเภทของธุรกิจ ในเชิงพื้นที่ พื้นที่ศึกษาย่อยที่มีค่าดัชนีความเปราะบางสูงที่สุด 3 อันดับแรก คือ พื้นที่ตำบลบ้านตาด ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลนาดี (ค่าดัชนีเท่ากับ 1.363) พื้นที่ตำบลหนองบัว (ใต้) ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว (ค่าดัชนีเท่ากับ 0.949) พื้นที่ตำบลหนองขอนกว้าง ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว (ค่าดัชนีเท่ากับ 0.319) จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีความเปราะบางสูงมักจะเป็นพื้นที่นอกขอบเขตเทศบาลนครไปทางด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศเหนือ

จากการวิเคราะความเสี่ยงเชิงพื้นที่ โดยคำนึงถึง 3 องค์ประกอบหลักของความเสี่ยง ได้แก่ ภาวะภัยทางกายภาพ (physical hazard) สภาวะการเปิดรับต่อความเสี่ยง (exposure) และศักยภาพ (capacity) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อภาวะภัยน้ำท่วม พบว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงอยู่ในเขตเทศบาลตำบลหนองบัว เขตเทศบาลเมืองหนองสำโรง ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเทศบาลนครอุดรธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ในแนวทิศทางการเจริญเติบโตของเมือง และอาจจะยังไม่มีการป้องกันภาวะภัยน้ำท่วมที่ดีเมื่อเทียบกับพื้นที่ในขอบเขตเทศบาลนครอุดรธานี ดังนั้นในการบริหารจัดการความเสี่ยงต่อภาวะภัยน้ำท่วมจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการร่วมมือกันระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต่าง ๆ โดยคำนึงถึงปัจจัยทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม เพื่อวางแผนและเตรียมรับมือต่อภาวะภัยน้ำท่วมซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นในอนาคต

การประเมินและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงของเมือง และความเปราะบางทางสังคมนั้น นอกจากสามารถบ่งชี้ถึงปัจจัยเชิงกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคมที่ส่งผลต่อความเสี่ยง ยังสามารถบ่งชี้ถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงและความเปราะบางทางสังคมสูง ข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญทั้งในการวางแผนพัฒนาพื้นที่เมืองและในการวางแผนอย่างบูรณาการระหว่างหน่วยงานดูแลพื้นที่ เพื่อรับมือกับภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นอย่างรุนแรงมากขึ้นในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้งบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการ “การศึกษาความเสี่ยงของระบบเศรษฐกิจและสังคมในชุมชนเมืองเขต อ.เมืองอุดรธานี และพื้นที่ข้างเคียงจากภาวะน้ำท่วมเพื่อการจัดการความเสี่ยงเชิงพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ” นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ในการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างยิ่ง มา ณ ที่นี้ด้วย

Bibliography

Anselin, L. (1993). Discrete space autoregressive models. In Goodchild, M. F., Parks, B. O., & Steyaert, L. T. (Eds.). *Environmental modeling with GIS*. New York: Oxford University Press.

Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: Methods and models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Anselin, L., Bera, A. K., Florax, R., & Yoon, M. J. (1996). Simple diagnostic tests for spatial dependence. *Regional Science and Urban Economics, 26*(1), 77-104.

Anselin, L., & Bera, A. (1998). Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In Ullah, A., & Giles, D. E. A. (Eds). *Handbook of applied economic statistics* (pp. 237-289). New York: Marcel Dekker.

Anselin, L. (2005). Chapter 29: Spatial econometrics. *Journal of Geographical Systems, 4*(4), 405-421.

Armas, I., & Gavris, A. (2013). Social vulnerability assessment using spatial multi-criteria analysis (SEVI model) and the Social Vulnerability Index (SoVI model)–A case study for Bucharest, Romania. *Natural Hazards and Earth System Sciences, 13*, 1481-1499.

Brooks, N. (2003). *Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework*. Tyndall Centre for Climate Change Working Paper 38. Norwich, UK: University of East Anglia.

Cardona, O. D. (1999). Environmental management and disaster prevention: Two related topics: A holistic risk assessment and management approach. In Ingleton, J. (Ed.). *Natural disaster management* (pp. 151-153). London, UK: IDNDR-Tudor Rose.

Cardona, O. D. (2011). Disaster risk and vulnerability: Notions and measurement of human and environmental insecurity. In Brauch, H. G., Oswald Spring, U., Mesjasz, C., Grin, J., Kameri-Mbote, P., Chourou, B., Dunay, P., & Birkmann, J. *Coping with global environmental change, disasters and security – threats, challenges, vulnerabilities and risks* (pp. 107-122). Berlin, Germany: Springer Verlag.

Cardona, O. D., Aalst, M. K. van., Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., Perez, R., Pulwarty, R. S., Schipper, E. L. F., & Sinh, B. T. (2012). Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. In C. C. B., Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. - K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, & P. M. Midgley (Eds.). *A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. (pp. 65-108). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Davis, I., Haghebaert, B., & Peppiatt, D. (2004). *Social vulnerability and capacity analysis workshop discussion paper and workshop report*. Geneva, Switzerland: ProVention Constortium.

Füssel, H.-M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change, 17*, 155-167.

Füssel, H.-M., & Klein, R. J. T. (2006). Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change, 75*, 301-329.

Gaillard, J. C. (2010). Vulnerability, capacity and resilience: Perspectives for climate and development policy. *Journal of International Development. 22*, 218-232. DOI:10.1002/jid.1675.

Hazards & Vulnerability Research Institute (HVRI). (2011). *The SoVI Recip*e. Retrieved from http://webra.cas.sc.edu/hvri/docs/sovi_32_recipe.pdf.

Hewitt, K., & Burton, I. (1971). *The hazardousness of a place; A regional ecology of damaging even*ts. Toronto, Canada: University of Toronto Press.

McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., & White, K. S. (Eds.). (2001). Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. *Working group II of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., & Schiller, A. (2003a). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 100*(14), 8074-8079.

Turner, B. L., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Hovelsrud-Broda, G. K., Kasperson, J. X., Kasperson, J. X., Luers, A., Mathiesen, S., Naylor, R., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A., Selin, H., & Tyler, N. (2003b). Illustrating the coupled human-environment system for vulnerability analysis: Three case studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 100*(14), 8080-8085.

Wilhelmsson, M. (2002). Spatial models in real estate economics. *Housing, Theory & Society, 19*(2), 92-101.

References

Alwang, J., Siegel, P. B., & Jorgensen, S. L. (2001). *Vulnerability: A view from different disciplines.* Social Protection Discussion Paper Series, No. 0115. Washington, D.C.: The World Bank.

Anderson, M. B., & Woodrow, P. J. (1998). *Rising from the ashes: Development strategies in time of disaster* (Chap. 13). Boulder & London: Lynne Rienner Publishers.

Anselin, L. (1999). *Spatial econometrics. Working Paper. California*, USA: Center for Spatially Integrated Social Science.

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (1994). *At risk: Natural hazards, people, vulnerability, and disasters*. London, UK: Routledge.

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly, 84*(2), 242–261.

Espada, R. Jr., Apan, A., & McDougall, K. (2012). Spatial modeling of adaptation strategies for urban built infrastructures exposed to flood hazards. *The Queensland Surveying and Spatial Conference 2012*, (pp. 13-14). Queensland, Australia: Spatial Source.

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). (1999). *World disasters report 1999*. Retrieved from http://www.ifrc.org/en/publications-and-reports/world-disasters-report/wdr1993-1999/.

Udonthani Municipality. (2014). *Preparation of flood prevention, years 2014*. [PowerPoint slides]. Udonthani, Thailand: Author.

Wisner, B. (2003). Disaster risk reduction in megacities – Making the most of human and social capital. In A. Kreimer, M. Arnold & C. Carlin (Eds.). *Building safer cities - the future of disaster risk* (pp. 181-196). Washington, DC.: Disaster Management Facility, World Bank.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk : natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2nd ed. Abingdon, UK: Routledge.

Zhou, Y., Li, N., Wu, W., Wu, J., & Shi, P. (2014). Local spatial and temporal factor influencing population and societal vulnerability to natural disasters. *Risk Analysis, 34*(4), 614-639. DOI: 10.1111/risa.12193.