

$$COVID\ Economic\ Vulnerability\ Index = (Hazard) \times [f(V_{income}) + g(V_{business})]$$

โดย  $[f(V_{income}) + g(V_{business})]$  หรือมิติความเปราะบางในภาคเศรษฐกิจในแต่ละพื้นที่ ซึ่งประกอบไปด้วยความเปราะบางในมิติปากท้องของประชากร ( $V_{income}$ ) และความเปราะบางในมิติธุรกิจ ( $V_{business}$ ) และมิติความเสี่ยง (Hazard)

$$V_{income} = \left(\frac{1}{income}\right) \times (poverty\ indicator)$$

$$poverty\ indicator = w_1 \cdot f(population\ density \times poverty\ proportion) + w_2 \cdot f(low - income\ population) + w_3 \cdot f(unemployed\ population)$$

ความเปราะบางในมิติปากท้องของประชาชน ( $V_{income}$ ) ซึ่งแปรผันตามส่วนกลับรายได้ของประชากร ( $\frac{1}{income}$ ) และตัวชี้วัดมิติความเปราะบางของประชากรที่ยากจน โดยผลคูณของปัจจัยนี้ จะถูกปรับค่าสุดท้ายให้อยู่ในช่วง [1,2]

ตัวชี้วัดมิติความยากจนของประชากรคำนวณจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของ 3 ปัจจัย ได้แก่ (1) ผลคูณของความหนาแน่นประชากรและอัตราส่วนความยากจน (2) ผู้มีรายได้น้อย และ (3) ผู้ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพ ดังนั้น ความเปราะบางของมิตินี้จะทวีคูณความรุนแรงตามจำนวนประชากรยากจน ที่มีความหนาแน่นสูง และผู้มีรายได้น้อย ไม่ได้มีรายได้จากการประกอบอาชีพ โดยทั้ง 3 ปัจจัยนี้จะถูกปรับค่าให้อยู่ในช่วง [1,10] ก่อนนำมาหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งกำหนดให้  $w_1 = 0.5, w_2 = 0.3$  และ  $w_3 = 0.2$

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	ข้อมูล	แหล่งที่มา	รายละเอียดอื่นๆ
Income	รายได้ต่อหัว	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	ข้อมูลรายได้ต่อหัวเฉลี่ย ระดับตำบล
Population density	จำนวนประชากร และ	สำนักงานสถิติแห่งชาติ + Siametrics	ข้อมูลจำนวนประชากรความละเอียดสูง (พื้นที่ขนาด 30x30 ม.) จากภาพถ่ายดาวเทียม

	ความหนาแน่นประชากร		
Poverty proportion	สัดส่วนความยากจน	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	สัดส่วนประชากรที่มีรายได้ต่ำกว่าเส้นความยากจน
Low-income population	จำนวนผู้มีรายได้น้อย	สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง กระทรวงการคลัง	ผู้มีรายได้น้อยตามหลักเกณฑ์การลงทะเบียนเพื่อสวัสดิการแห่งรัฐ
Unemployed population	จำนวนผู้ที่ไม่ประกอบอาชีพ	กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย	ข้อมูลการสำรวจความจำเป็นขั้นพื้นฐาน โดยเป็นข้อมูลประชากรผู้ที่ไม่ประกอบอาชีพ ในระดับตำบล

$$V_{business} = 0.5 * f(V_{business\_company}) + 0.5 * f(V_{business\_labor})$$

$$V_{business\_company} = targeted\ business\ proportion$$

$$V_{business\_labor} = 0.75 * f(affected\ labor\ proportion * number\ of\ working\ labors) + 0.25 * f(google\ trend\ "ตกงาน")$$

ความแปรปรวนในมิติธุรกิจ ( $V_{business}$ ) มาจาก 2 ส่วนหลัก ได้แก่ มุมมองของบริษัท และมุมมองของแรงงานในภาคธุรกิจ ส่วนของบริษัท คำนวณจากผลรวมสินทรัพย์ของธุรกิจที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการระบาดของ COVID-19 (targeted business) เช่น ธุรกิจบริการ การท่องเที่ยว ร้านอาหาร และโรงแรม โดยพิจารณาจากอัตราส่วนของความหนาแน่นของธุรกิจเหล่านี้ ทั้งส่วนที่เป็นธุรกิจจดทะเบียน และธุรกิจขนาดเล็ก ซึ่งค่าดังกล่าวจะถูกปรับค่าให้อยู่ระหว่าง 1 ถึง 2 สำหรับส่วนของแรงงาน คิดมาจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของจำนวนแรงงานที่ได้รับผลกระทบโดยตรง และ ผลการค้นหาคำว่า “ตกงาน” ใน Google Web Searching ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	ข้อมูล	แหล่งที่มา	รายละเอียดอื่นๆ
Targeted business proportion	สัดส่วนจำนวนธุรกิจที่ได้รับ	Siametrics + DBD	Deepmap ข้อมูล GIS ภาคธุรกิจ และเศรษฐกิจความละเอียดสูง

	ผลกระทบ โดยตรง		
Total assets of targeted business	มูลค่าสินทรัพย์ ของธุรกิจที่ ได้รับผลกระทบ โดยตรง	Siametrics + DBD	Deepmap ข้อมูล GIS ภาคธุรกิจ และเศรษฐกิจความละเอียดสูง
Affected employment labor	อัตราส่วน แรงงานที่ได้รับ ผลกระทบ	On-Covid-19: New Implications of Job Task Requirements and Spouse’s Occupational Sorting (Discussion paper by Warn N. Lekfuangfu et. al.)	อัตราส่วนแรงงานที่ได้รับ ผลกระทบจาก Work Location Flexibility และ Physical Proximity ต่ำ ในระดับ จังหวัด
Number of working labors	จำนวน ประชากรอยู่ ในช่วงอายุวัย แรงงาน	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	จำนวนประชากรในช่วงอายุ 15-65 ปี ในระดับตำบล
Number of Google search	จำนวนครั้งที่มีการค้นหา ใน Google	Google Trends	จำนวนครั้งในการค้นหาคำว่า “ตก งาน” ใน Google ตามแต่ละพื้นที่

มิติตามประปรายในภาคเศรษฐกิจคำนวณจากผลรวมของค่าความประปรายในมิติปากท้องของประชาชน และ  
มิติภาคธุรกิจ ที่ถูกปรับค่าให้อยู่ใน scale เดียวกันแล้ว และจะถูกทวีคูณความรุนแรงด้วยมิติตามความเสี่ยง (Hazard)  
ซึ่งสะท้อนถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อในเขตพื้นที่นั้นๆ โดย

$$Hazard = \log_{2.5}(N_{infected} + 1) + b$$

$$N_{infected} = (0.75 * N_{infected \text{ in 2 weeks}}) + (0.25 * N_{infected \text{ in 6 weeks}})$$

อัตราการแพร่กระจายโรค (Hazard) คิดจากสถิติอัตราการแพร่กระจายเชื้อทั่วโลกโดยเฉลี่ย พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อ COVID-19 จะมีอัตราการแพร่เชื้อเฉลี่ยต่อผู้อื่น 2-3 คน (ตัวเลขนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับ นโยบายทางสาธารณสุข เช่น การเว้นระยะห่างทางสังคม, การงดเดินทางออกจากที่พัก และ อื่น ๆ ) ดังนั้น ในระยะเริ่มต้นของการระบาด จำนวนของผู้ติดเชื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแบบ exponential

$$\frac{N_{infected\ in\ 2\ weeks}}{N_{infected\ in\ 6\ weeks}}(t_d) \sim a_{spread}^{t_d} - 1(*) \text{ แสดงถึง } t_d \sim \log_{\{a_{spread}\}}(N_{infected} + 1) \text{ ซึ่ง}$$

สามารถประมาณของค่าเฉลี่ยการแพร่เชื้อต่อเนื่องที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้น

$N_{infected\ in\ 2\ weeks}$  และ  $N_{infected\ in\ 6\ weeks}$  คือจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมในช่วง 2 สัปดาห์ และ 6 สัปดาห์ที่ผ่านมา โดยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักนี้ใช้เพื่อประเมินสัดส่วนของผู้ติดเชื้อที่ยัง active อยู่เป็นหลัก แต่ยังให้ความสำคัญกับปริมาณผู้ติดเชื้อสะสมในช่วงที่ผ่านมา

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแต่ละบริเวณไม่มีการป้องกันที่สมบูรณ์ ทำให้มีโอกาสที่ผู้ติดเชื้อจะเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งยังมีอยู่ เราจึงได้คำนวณ background transmission rate  $b$  ซึ่งพวกเราคำนวณจากค่าเฉลี่ยของการแพร่เชื้อหรือ  $\log_{2.5}(N_{infected} + 1)$  ของพื้นที่ใกล้เคียง เราจึงนำไปใช้ในการคำนวณความเสี่ยง Hazard หรือความรุนแรงของการแพร่เชื้อในบริเวณใกล้เคียง

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	ข้อมูล	แหล่งที่มา	รายละเอียดอื่นๆ
$N_{infected}$ จำนวนผู้ติดเชื้อ  $b$ การเคลื่อนย้ายของผู้ติดเชื้อจากบริเวณอื่น ๆ	จำนวนผู้ติดเชื้อ	กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข	จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมระดับจังหวัด