ระบบเตือนภัยเศรษฐกิจ (EWS)

โดย: มหพล วันแก้ว

20 กรกฎาคม 2563

ระบบเตือนภัยเศรษฐกิจ (EWS-Economic)

คือ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณเตือนหรือชี้ถึงความผิดปกติล่วงหน้าของภัยที่จะเกิดในระบบเศรษฐกิจ เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ใช้ในการเตรียมความพร้อมหรือหาแนวทางแก้ไข และกำหนดมาตรการรองรับได้อย่างทันท่วงที ก่อนที่จะเกิดวิกฤตขึ้นในระบบเศรษฐกิจ

ทำไมต้องมีระบบเตือนภัยฯ ?

- **วิกฤตเศรษฐกิจ:** มีความถี่ในการเกิดบ่อยครั้ง รุนแรงมากขึ้น และเป็นวงกว้างมากขึ้น
- **วิกฤตเศรษฐกิจ:** เมื่อเกิดขึ้นแล้ว จะส่งผลกระทบทางลบต่อทุกมิติในสังคม
- **วิกฤตเศรษฐกิจ:** เมื่อรู้เร็ว รับมือได้ก่อน รู้ก่อนรับมือได้ทัน

ที่มาของเครื่องมือชี้นำฯ และระบบเตือนภัยฯ ในประเทศไทย (EWS)

หลังเกิดวิกฤต “ต้มยำกุ้ง” ปี 2540

ธนาคารแห่งประเทศไทย และ กระทรวงพาณิชย์ เห็นว่า ก่อนเกิดวิกฤตฯ

ประเทศไทย ไม่มีเครื่องมือในการชี้นำหรือเตือนภัยถึงวิกฤตทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

จึงได้ริเริ่มในการจัดทำดัชนีชี้นำวัฏจักรเศรษฐกิจและเตือนภัยฯ ขึ้นมา ราวๆ ปี 2542

เพื่อเป็นเครื่องมือในการคาดการณ์และกำหนดทิศทางนโยบายทางเศรษฐกิจ

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

กลุ่ม Non-Parametric Approach

ใช้วิธี Signaling Approach

ของ Kaminsky Lizondo และ Reinhart (1998)

- เป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อพิจารณาความผิดปกติของดัชนีชี้นำตัวใดตัวหนึ่งที่ถูกเลือกมาเป็นตัวชี้นำจากหมวดต่างๆ ในระบบเศรษฐกิจ โดยไม่มีตัวแปรเสริม ซึ่งมีแนวคิด คือ ถ้าดัชนีชี้นำมีการเปลี่ยนแปลงไปมากจากอดีต จะสะท้อนถึงความผิดปกติที่อาจเกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต

กลุ่ม Parametric Approach

ใช้วิธี Probit/Logit Approach

- เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของวิธีการแบบ Signaling Approach โดยใช้วิธีการ Probit หรือ Logit Approach ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีของ Regression ที่ใช้สำหรับหาความสัมพันธ์ในทางสถิติของวิกฤตเศรษฐกิจที่ศึกษากับดัชนีชี้นำต่างๆ และประเมินโอกาสที่จะเกิดวิกฤตในอนาคต

(อ้างอิง: ทิพวรรณ ทนนกลิ่น, ธนาคารแห่งประเทศไทย 2557)

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

กลุ่ม Non-Parametric Approach

- วิธี Signaling Approach (KLR ,1998)

$$\{S_i = 1\}\ if\{|X_i|\} > |X^*|$$

ส่งสัญญาณ “ผิดปกติ” เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีชี้นำหดตัว<u>มากกว่า</u>ระดับพึงระวัง

$$\{S_i = 0\}\ if\{|X_i|\} < |X^*|$$

ส่งสัญญาณ “ปกติ” เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีชี้นำหดตัว<u>น้อยกว่า</u>ระดับพึงระวัง

โดยที่: $\{S_i = 1\}$ = ส่งสัญญาณเตือนภัย

$\{S_i = 0\}$ = ไม่ส่งสัญญาณเตือนภัย

X_i = ดัชนีชี้นำที่เป็นตัวแทนหมวดเศรษฐกิจที่ศึกษา

X^* = ระดับที่พึงระวังในการเกิดวิกฤต

(อ้างอิง: ทิพวรรณ ทนนกลิ่น, ธนาคารแห่งประเทศไทย 2557)

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

กลุ่ม Parametric Approach

- วิธี Logit Approach (รูปแบบสมการถดถอย Regression)

$$Y_i = c + b(X_i) + e$$

Simple Regression

$$Y_i = c + b_1(X_1) + b_2(X_2) + \ldots\ldots + b_k(X_k) + e$$

Multiple Regression

- Interval Scale ▶ Simple & Multiple Regression
- Dichotomous ▶ Logistic Regression (Binary Choice Analysis)
- Polytomous ▶ Order Logic Regression & Multinomial Regression
  (ตัวแปรตามเป็น Ordinal Scale) (ตัวแปรตามเป็น Nominal Scale ที่ > 2 กลุ่มขึ้นไป)

โดยที่: Y = Dependent Variable

X = Independent Variable

c = Constant

b = Coefficient

e = Residual

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

กลุ่ม Parametric Approach

- วิธี Logit Approach (รูปแบบสมการถดถอย Regression)
  - Multiple Regression

- ใช้ตัวแปร X ทำนายค่าของตัวแปร Y

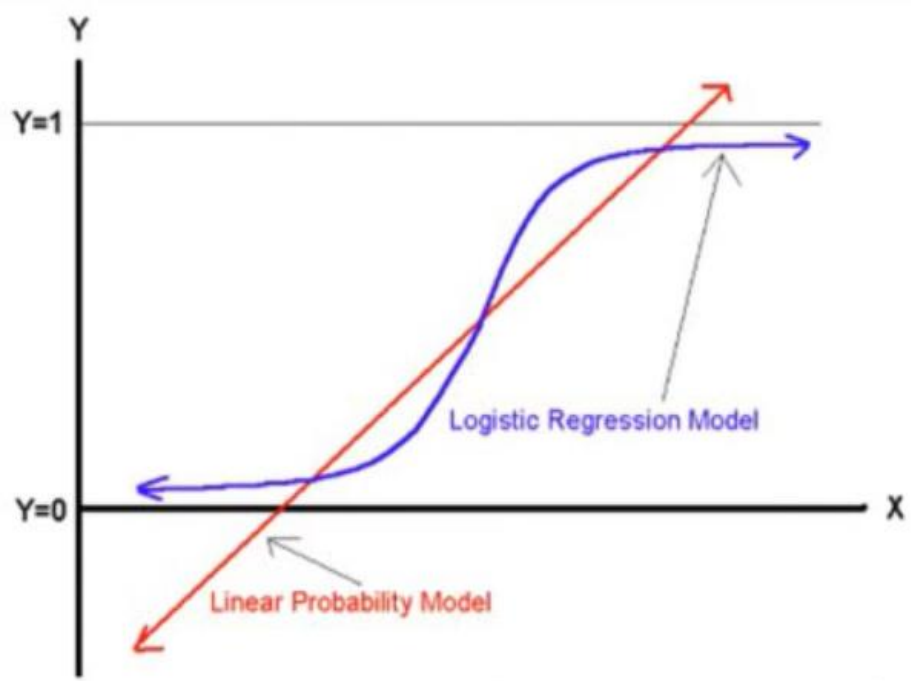
  - Logistic Regression (Binary Choice Analysis)

- ใช้ตัวแปร X ทำนายโอกาส (Probability) ที่จะเกิด Y ที่มี 2 ทางเลือก

  - Order Logic Regression & Multinomial Regression

ใช้ตัวแปร X ทำนายโอกาส (Probability) ที่จะเกิด Y ที่มีมากกว่า 2 ทางเลือกขึ้นไป และเป็นตัวแปรแบบ Ordinal Scale

ใช้ตัวแปร X ทำนายโอกาส (Probability) ที่จะเกิด Y ที่มีมากกว่า 2 ทางเลือกขึ้นไป และเป็นตัวแปรแบบ Nominal Scale



Source: appstate.edu

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

กลุ่ม Parametric Approach

- Probit Approach (อ้างอิง: ทิพวรรณ ทนนกลิ่น, ธนาคารแห่งประเทศไทย 2557)

$$\boldsymbol{Prob(Y = 1) = F(\beta' X)}$$ → ส่งสัญญาณถึงช่วงของการเกิด “วิกฤต”

$$\boldsymbol{Prob(Y = 0) = F(\beta' X)}$$ → ส่งสัญญาณถึงช่วงของความ “ปกติ”

(โอกาสของการเกิดวิกฤตฯ เป็นฟังก์ชันของกลุ่มดัชนีชี้นำต่างๆ)

ดังนั้น $\boldsymbol{0 \leq Prob < 1}$ เสมอ

โดยที่: $\boldsymbol{Prob}$ = โอกาสที่จะเกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจที่ศึกษา

Y = ตัวแปรตามที่กำหนดนิยามของวิกฤต

X = ดัชนีชี้นำต่างๆ ในสมการ

ตัวอย่างระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจในประเทศไทย (EWS)

ระบบเตือนภัย เศรษฐกิจการค้า

(รูปแบบดัชนีชี้นำทางเศรษฐกิจการค้า)

ระบบเตือนภัย เศรษฐกิจการเงิน

ระบบเตือนภัย ด้านแรงงาน

(ส่งสัญญาณไฟเตือน)

ระบบเตือนภัย เศรษฐกิจการคลัง

(ส่งสัญญาณไฟเตือน)

ระบบเตือนภัย เศรษฐกิจอุตสาหกรรม

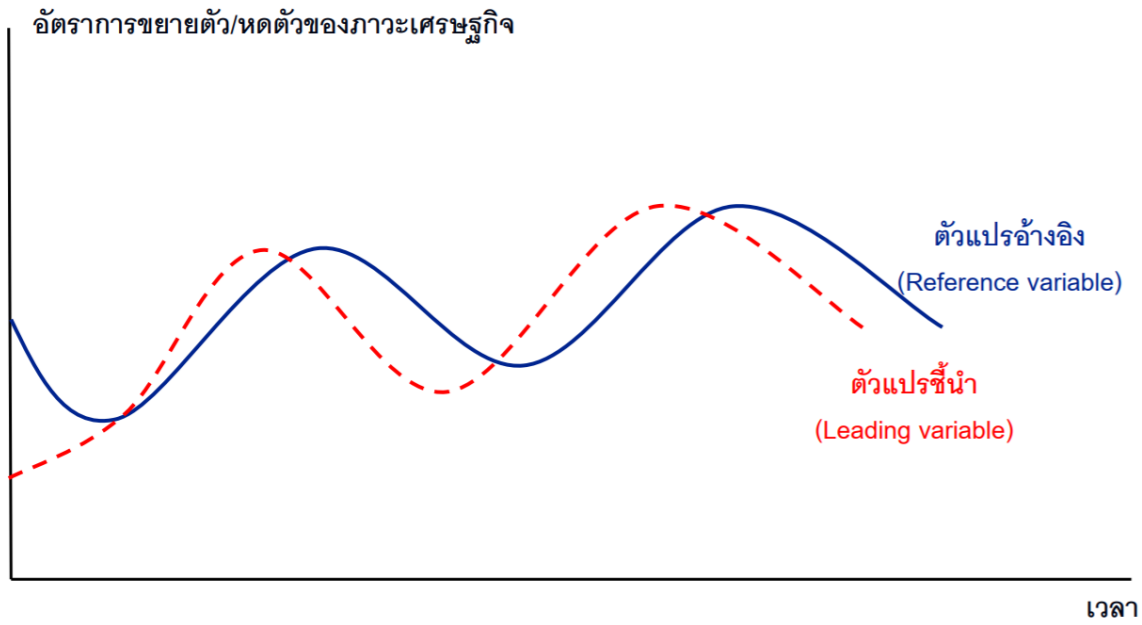
(ส่งสัญญาณไฟเตือน)

ระบบเตือนภัย เศรษฐกิจการเกษตร

วิธีการคัดเลือกตัวแปรชี้นำ

ข้อมูลที่จะใช้ในโมเดลเตือนภัย

- ควรเป็นอนุกรมเวลา
- มีการเก็บอย่างต่อเนื่อง
- มีความถี่ที่ต้องการ (รายเดือน) รองลงมาคือรายไตรมาส (ถ้าจำเป็น)



ที่มา: ระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน

ตัวแปร	แหล่งที่มา	ลักษณะการเก็บข้อมูล
รายจ่ายของรัฐบาล (ดุลเงินในงบประมาณ) (ล้านบาท)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
อัตราแลกเปลี่ยน (บาทต่อดอลลาร์) (อัตราอ้างอิง)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายวัน
ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศสหรัฐอเมริกา	U.S. Department of Labor	รายเดือน
ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก (BRENT)	สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีความเชื่อมั่นทางธุรกิจ	ธนาคารแห่งประเทศไทย	
ดัชนีความเชื่อมั่นทางธุรกิจ รายสาขา	ธนาคารแห่งประเทศไทย	
มูลค่าการซื้อขายที่ดินทั้งประเทศ (ล้านบาท)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
อัตราการใช้กำลังการผลิตภาคอุตสาหกรรมจำแนกตามกิจกรรมการผลิต	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
อัตราการใช้กำลังการผลิตภาคอุตสาหกรรมจำแนกตามฐานการส่งออก	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีชี้นำภาวะเศรษฐกิจของธนาคารแห่งประเทศไทย	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีการลงทุนภาคเอกชน (ปีฐาน 2538 = 100)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของประเทศสมาชิก OECD ในทวีปยุโรป	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของ 5 ประเทศหลักในทวีปเอเชีย	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ 7 ประเทศ (G7)	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของประเทศสหรัฐอเมริกา	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของประเทศญี่ปุ่น	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของประเทศจีน	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของประเทศอินเดีย	OECD	รายเดือน
ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจของประเทศอินโดนีเซีย	OECD	รายเดือน
ดัชนีการอุปโภคบริโภคภาคเอกชน (ปีฐาน 2538 = 100)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีราคาที่อยู่อาศัย (ปีฐาน 2534 = 100)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
เครื่องชี้ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
เครื่องชี้การใช้จ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคภาคเอกชน (ปีฐาน 2538 = 100)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
เครื่องชี้การใช้จ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคภาคเอกชน (ปีฐาน 2543 = 100)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
เครื่องชี้การลงทุนภาคเอกชน (ปีฐาน 2538 = 100)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
เครื่องชี้การลงทุนภาคเอกชน (ปีฐาน 2543 = 100)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีการค้าและราคาสินค้าเข้า-ออกเปรียบเทียบ	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีสินค้าเข้าจำแนกตามภาคเศรษฐกิจ (ปรับฤดูกาล/ไม่ปรับฤดูกาล) (ในรูปเงินบาท/ดอลลาร์สรอ.)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน
ดัชนีสินค้าออกจำแนกตามกิจกรรมการผลิต (ปรับฤดูกาล/ไม่ปรับฤดูกาล) (ในรูปเงินบาท/ดอลลาร์สรอ.)	ธนาคารแห่งประเทศไทย	รายเดือน

วิธีการคัดเลือกตัวแปรชี้นำ

ในการดำเนินการวิเคราะห์จะพิจารณาตัวแปรที่สนใจกับตัวชี้นำ/ตัวชี้วัดแต่ละตัว และหาค่าระดับอ้างอิง ที่จะทำให้ประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณแจ้งเตือนมากที่สุด โดยพิจารณาจากสัดส่วนการส่งสัญญาณที่ไม่ดี ต่อการส่งสัญญาณดี หรือสัดส่วน Adjusted Noise-to-Signal ที่มีค่าน้อยที่สุด

$$\frac{B/(B+D)}{A/(A+C)} = \text{Adjusted noise-to-signal ratio}$$

	เหตุการณ์เกิดขึ้นภายใน 12 เดือน	
การส่งสัญญาณเตือนของระบบ	เกิดวิกฤต (1)	ไม่เกิดวิกฤต (0)
ส่งสัญญาณเตือนภัย (1)	A	B
ไม่ส่งสัญญาณเตือนภัย (0)	C	D

ที่มา: คู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน

การคำนวณประสิทธิภาพและความแม่นยำของดัชนีการลงทุนภาคเอกชนของไทย (PII)

A	41
B	1
C	0
D	66
รวม	108
Type I Error	0.0
Type II Error	0.0
Percentage	99.1
N-S	0.01

ใช้ในการคำนวณ Composite EWS

นำค่า N-S มาทำน้ำหนักตัวแปร

$$w_{j,t} = \frac{1/NTS_{j,t}}{\sum_{j=1}^{n}\left(1/NTS_{j,t}\right)}$$

วิธีการคัดเลือกตัวแปรชี้นำ

ในการดำเนินการวิเคราะห์จะพิจารณาตัวแปรที่สนใจกับตัวชี้นำ/ตัวชี้วัดแต่ละตัว และหาค่าระดับอ้างอิง ที่จะทำให้ประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณแจ้งเตือนมากที่สุด โดยพิจารณาจากสัดส่วนการส่งสัญญาณที่ไม่ดี ต่อการส่งสัญญาณดี หรือสัดส่วน Adjusted Noise-to-Signal ที่มีค่าน้อยที่สุด

$$\frac{B/(B+D)}{A/(A+C)} = \text{Adjusted noise-to-signal ratio}$$

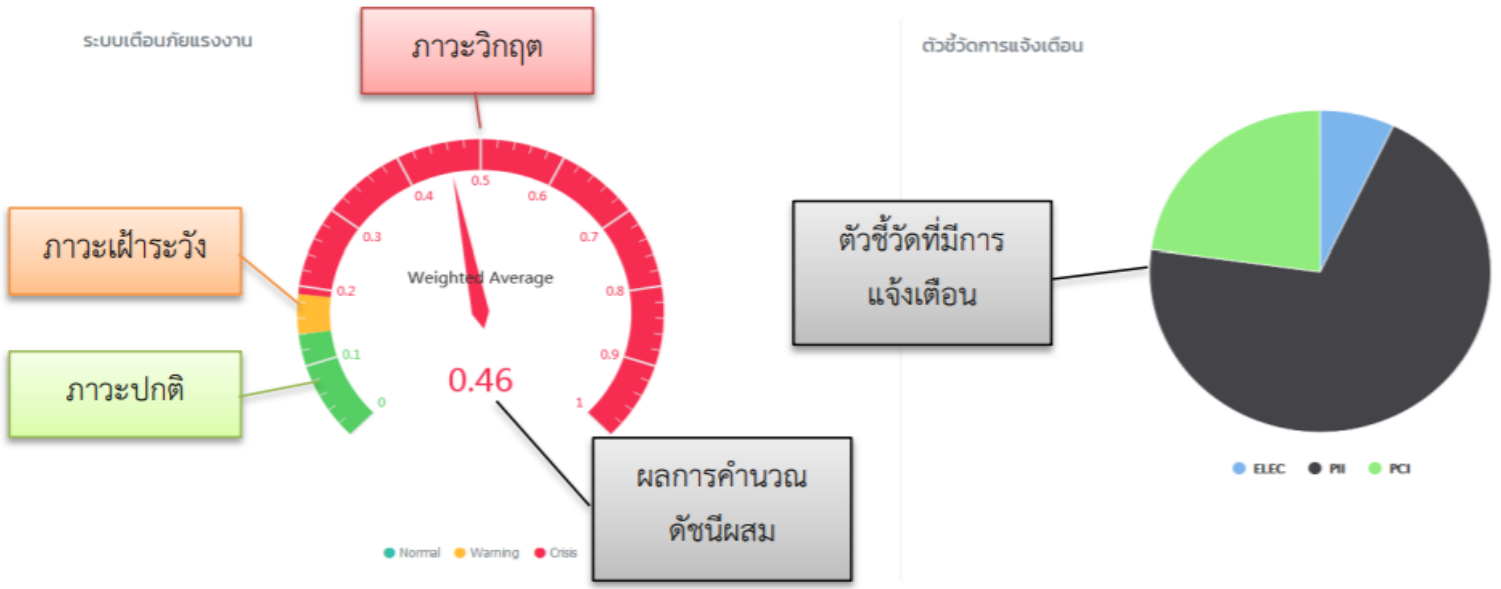
	เหตุการณ์เกิดขึ้นภายใน 12 เดือน	
การส่งสัญญาณเตือนของระบบ	เกิดวิกฤต	ไม่เกิดวิกฤต
ส่งสัญญาณเตือนภัย	A	B
ไม่ส่งสัญญาณเตือนภัย	C	D

ที่มา: คู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สัญญาณเตือนภัยจากตัวชี้วัด ภายในช่วงเวลา 12 เดือนล่วงหน้า

Indicator	Correlation	Percentile	Threshold	NTS Ratio
ตัวชี้วัดภายในประเทศ :				
ผลกระทบทางลบ (Negative Shock)				
Electricity Consumption	0.50	10	-2.23	0.09
Private Investment Index	0.47	10	-12.81	0.01
Private Consumption Index	0.46	10	-2.40	0.03
Capacity Utilization Rate	0.30	10	-13.22	0.08
Business Sentiment Index	0.28	10	-8.80	0.23
Thailand's Composite Leading Index	0.41	10	-2.15	0.10
Manufacturing Production Index	0.33	13	-7.58	0.17
Export Value (THB)	0.32	10	-7.27	0.11
Narrow Money	0.52	10	2.12	0.19
Minimum Loan Rate (MLR)	0.26	10	-16.67	0.10
Land Transaction	0.40	10	-26.54	0.13
ค่าธรรมเนียมจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรม (ล้านบาท)	0.32	13	-27.27	0.07
ที่อยู่อาศัยจดทะเบียนเพิ่มในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (หน่วย : หลัง/ห้อง)	0.25	11	-45.65	0.17
เบียร์ (พันลิตร)	0.27	14	-10.24	0.13
ปริมาณการจำหน่ายปูนซีเมนต์ในประเทศ (พันเมตริกตัน)	0.59	11	-8.44	0.20
สินค้าเข้า : ดัชนีปริมาณ	0.30	10	-10.44	0.12
มูลค่าการนำเข้าเครื่องจักร	0.34	10	-12.95	0.13
ผลกระทบทางบวก (Positive Shock)				
Nominal Bilateral Exchange Rate	-0.48	90	11.11	0.20
Headline Consumer Price Index	-0.33	90	6.16	0.15
Core Consumer Price Index	-0.33	90	5.11	0.20
Producer Price Index	-0.40	90	11.08	0.11
ตัวชี้วัดต่างประเทศ : ผลกระทบทางลบ (Negative Shock)				
China's Composite Leading Index	0.33	10	-2.58	0.06
Japan's Composite Leading Index	0.37	10	-5.95	0.06
OECD's Composite Leading Index	0.34	11	-3.04	0.23
G-7's Composite Leading Index	0.32	12	-1.26	0.19
Taiwan's Composite Leading Index	0.41	15	-2.08	0.20

1. สัญญาณเตือนภัย (การแจ้งเตือนภัยภาพรวม)



- **สูตรการคำนวณระดับการเตือนภัย**

$$I_t^o = \begin{cases} 1 & ;\sum_{j=1}^{n} w_{i.t} S_{j,t} > S^{w,*} \\ 0 & ;\sum_{j=1}^{n} w_{i.t} S_{j,t} \le S^{w,*} \end{cases}$$

ภาวะเฝ้าระวัง	ภาวะเฝ้าระวัง	ภาวะวิกฤต
น้ำหนักรวมของตัวชี้วัดที่แจ้งเตือนสีแดง	น้ำหนักรวมของตัวชี้วัดที่แจ้งเตือนสีแดง	น้ำหนักรวมของตัวชี้วัดที่แจ้งเตือนสีแดง
<14%	14% - 19%	>14%
*มีเพียง 1 ใน 3 ที่วิกฤต	*ครึ่งหนึ่งของตัวแปร ที่วิกฤต	*มากกว่าครึ่งของตัวแปรวิกฤต

- **สูตรการคำนวนน้ำหนักตัวแปร**

$$w_{j.t} = \frac{1/NTS_{j,t}}{\sum_{j=1}^{n}\left(1/NTS_{j,t}\right)}$$

ที่มา: คู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน

ระบบเตือนภัย ด้านแรงงาน

2. สัญญาณเตือนภัย (ภาพรวมภาวะการจ้างงาน)

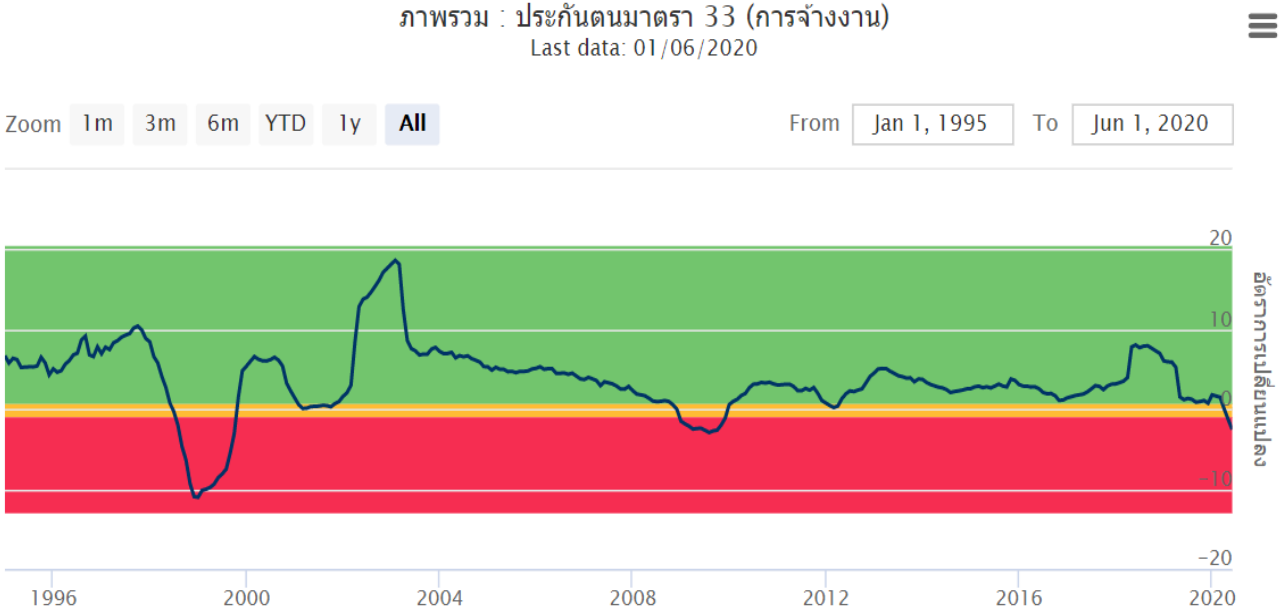
- สูตรการคำนวณระดับกำหนดค่าวิกฤต

อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปร (X)	จุดวกกลับ (Turning Point)
X > 0 (โดยที่ค่า X เข้าใกล้ 0 มากที่สุด)	Up (ขยายตัว)
X > -1 (โดยที่ค่า X เข้าใกล้ -1 มากที่สุด)	Low (หดตัว)

ค่าเฉลี่ย Up = 0

ค่าเฉลี่ย Low = -1

ที่มา: คู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน



- วิธี Signaling Approach (KLR ,1998)

$$\{S_i = 1\}\ if\{|X_i|\} > |X^*|$$

$$\{S_i = 0\}\ if\{|X_i|\} < |X^*|$$

โดยที่: $\{S_i = 1\}$ = ส่งสัญญาณเตือนภัย

$\{S_i = 0\}$ = ไม่ส่งสัญญาณเตือนภัย

X_i = ดัชนีชี้นำที่เป็นตัวแทนหมวดเศรษฐกิจที่ศึกษา

X^* = ระดับที่พึงระวังในการเกิดวิกฤต

3. พยากรณ์โอกาสเกิดวิกฤต

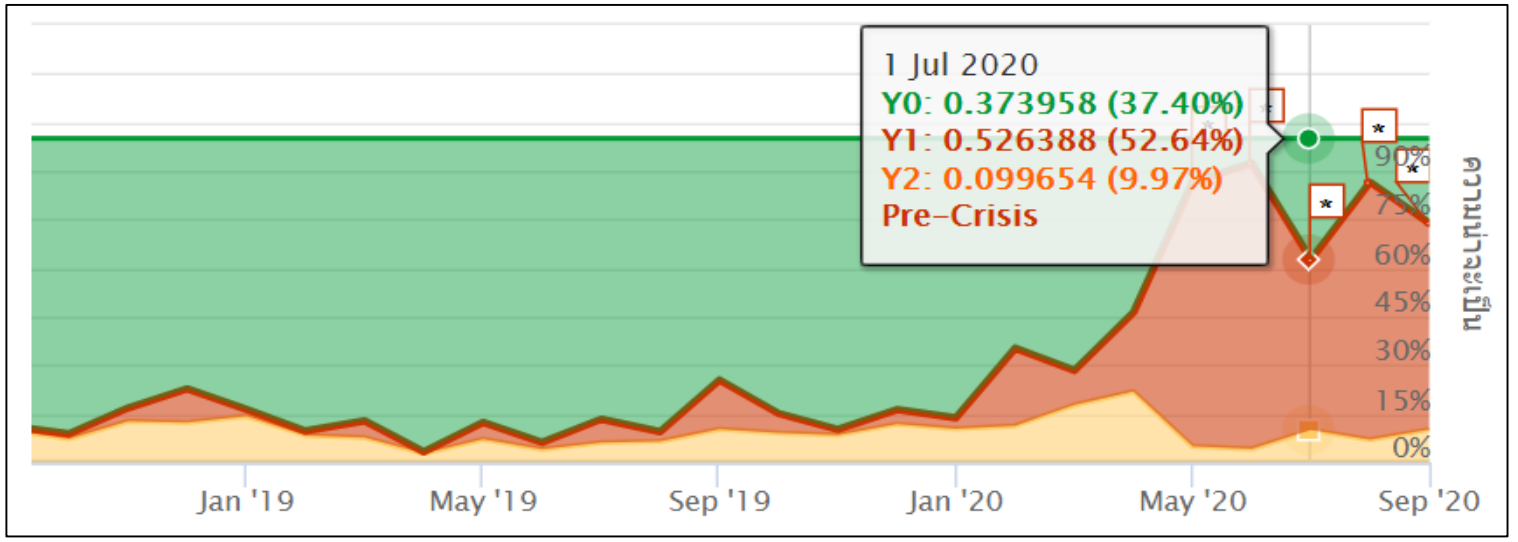
Logic Regression

- Dichotomous ▶ Logistic Regression

  (Binary Choice Analysis)

- Polytomous ▶ Order Logic Regression

  & Multinomial Regression



ที่มา: คู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน

(โอกาสของการเกิดวิกฤตฯ เป็นฟังก์ชันของกลุ่มดัชนีชี้นำต่างๆ)

$(Y = 0) = F(\beta' X)$ ➡ โอกาสที่อยู่ในช่วง“ภาวะปกติ” (ก่อนเกิดวิกฤต)

$(Y = 1) = F(\beta' X)$ ➡ โอกาสที่อยู่ในช่วง“ภาวะวิกฤต”

$(Y = 2) = F(\beta' X)$ ➡ โอกาสที่อยู่ในช่วง“หลังภาวะวิกฤต”

โดยที่: Y = การจ้างงาน (ตัวแปรตาม)X = ดัชนีชี้นำต่าง ๆ ในสมการ

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- แบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression)

$$LP_t = f\begin{pmatrix} RD_{t-i}, Patent_{t-j}, Trademark_{t-k}, Ind_Design_{t-l}, Internet_{t-m}, Mobile_{t-n} \\ Telephone_{t-o}, GFCF_{t-q}, GFCF_G_{t-r}, FDI_{t-s}, IMP_CAP_{t-u}, HCAP_{t-v} \end{pmatrix}$$

โดยที่ LP_t คือ ผลิตภาพแรงงาน ณ เวลา t

RD_{t-i} คือ การลงทุนด้านวิจัยและพัฒนา ณ เวลา t-i

$Patent_{t-j}$ คือ การยื่นจดสิทธิบัตร ณ เวลา t-j

$Trademark_{t-k}$ คือ การยื่นจดเครื่องหมายการค้า ณ เวลา t-k

Ind_Design_{t-l} คือ การยื่นจดการออกแบบสินค้าอุตสาหกรรม ณ เวลา t-l

$Internet_{t-m}$ คือ จำนวนผู้ใช้อินเตอร์เน็ต ณ เวลา t-m

$Mobile_{t-n}$ คือ จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ณ เวลา t-n

$Telephone_{t-o}$ คือ จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์ ณ เวลา t-o

$GFCF_{t-q}$ คือ การลงทุนที่แท้จริง ณ เวลา t-q

$GFCF_G_{t-r}$ คือ การลงทุนที่แท้จริงของภาครัฐ ณ เวลา t-r

FDI_{t-s} คือ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ ณ เวลา t-s

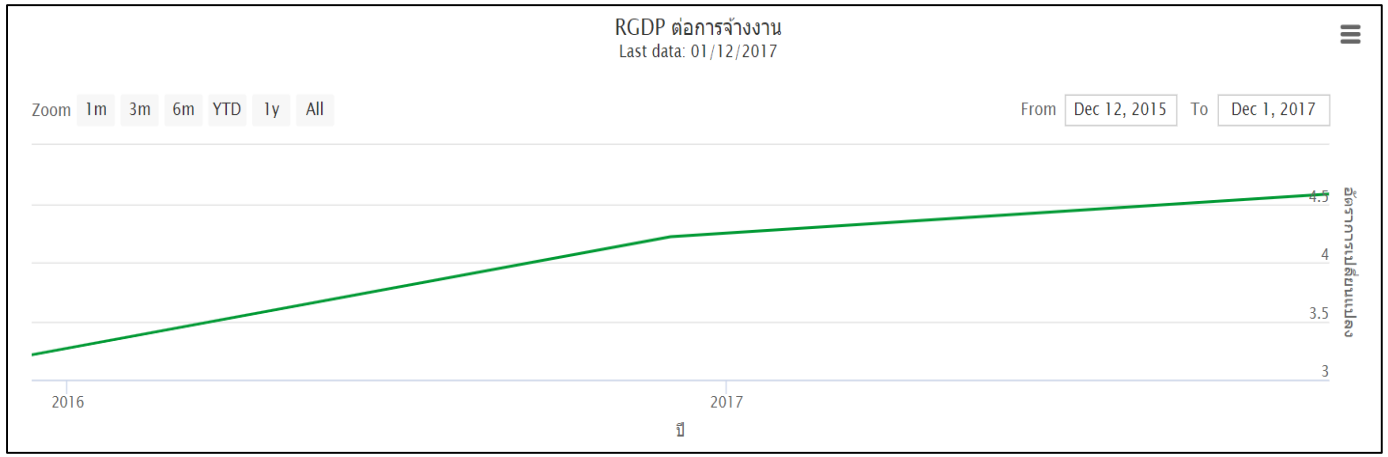
IMP_CAP_{t-u} คือ การนำเข้าเครื่องจักร ณ เวลา t-u

$Year_School_{t-v}$ คือ จำนวนปีที่ศึกษาเฉลี่ย ณ เวลา t-v

EXP_Age_{t-x} คือ อายุคาดเฉลี่ยของประชากรแรกเกิด ณ เวลา t-x

RNI_{t-y} คือ รายได้ประชาชาติที่แท้จริง ต่อประชากร ณ เวลา t-y

ผลการคาดการณ์แนวโน้มของผลิตภาพแรงงาน

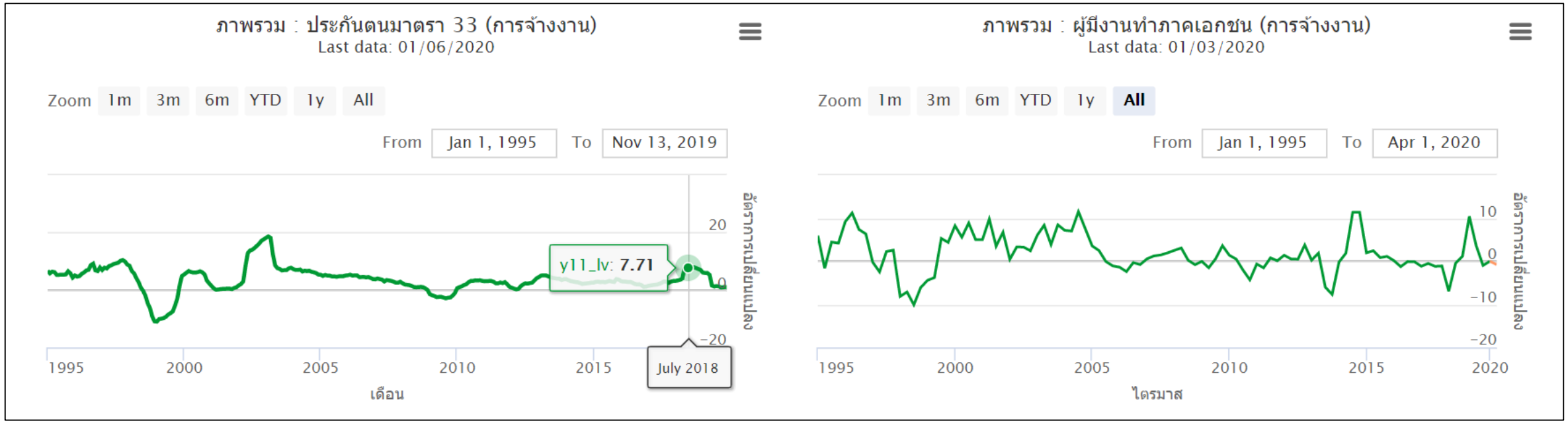


ที่มา: ระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน

การประมาณความสัมพันธ์ของแบบจำลองข้างต้น จะอาศัยสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression) ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอย่างง่าย (OLS) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการความสัมพันธ์

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)



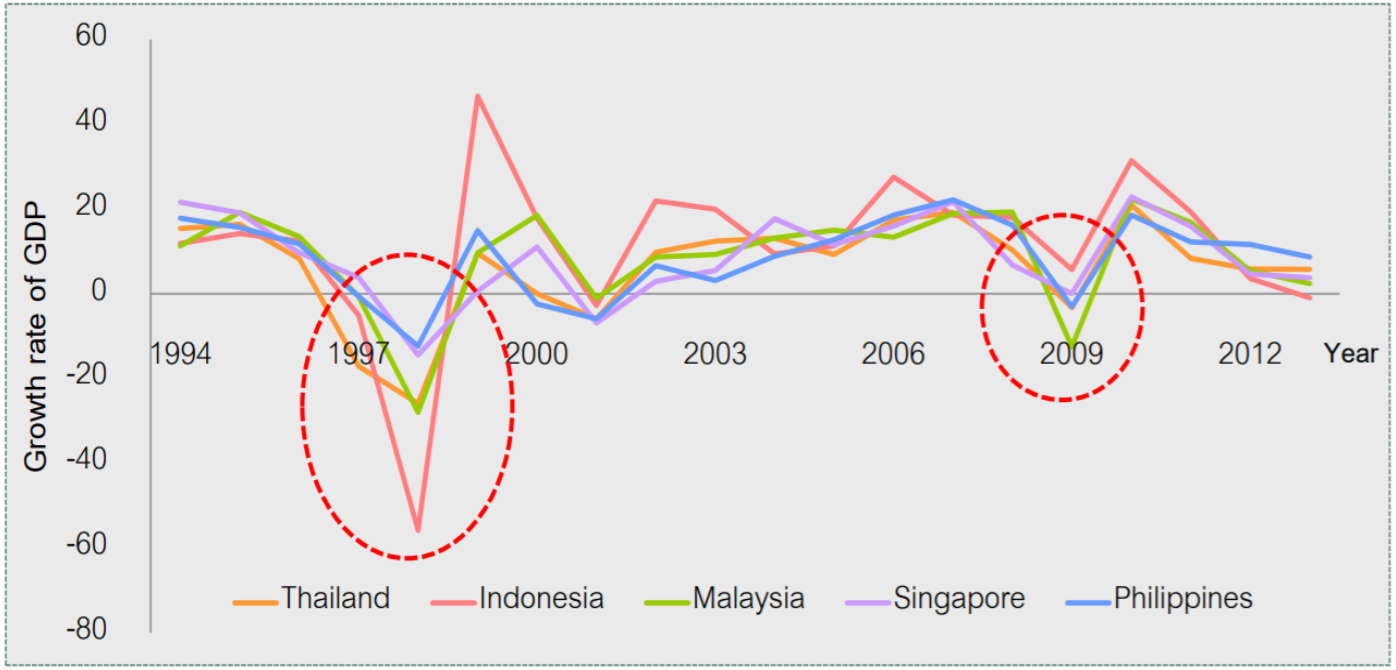
ที่มา: ระบบเตือนภัยด้านแรงงาน, กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักปลัดกระทรวงแรงงาน

ความน่าจะเป็นของการเกิดสถานะ (Regime Probability) ภายในวัฏจักรเศรษฐกิจ และระยะเวลา (Durations) ของการดำรงอยู่ในแต่ละสถานะในวัฏจักรเศรษฐกิจ

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- **ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)**

อัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของกลุ่มอาเซียน-5

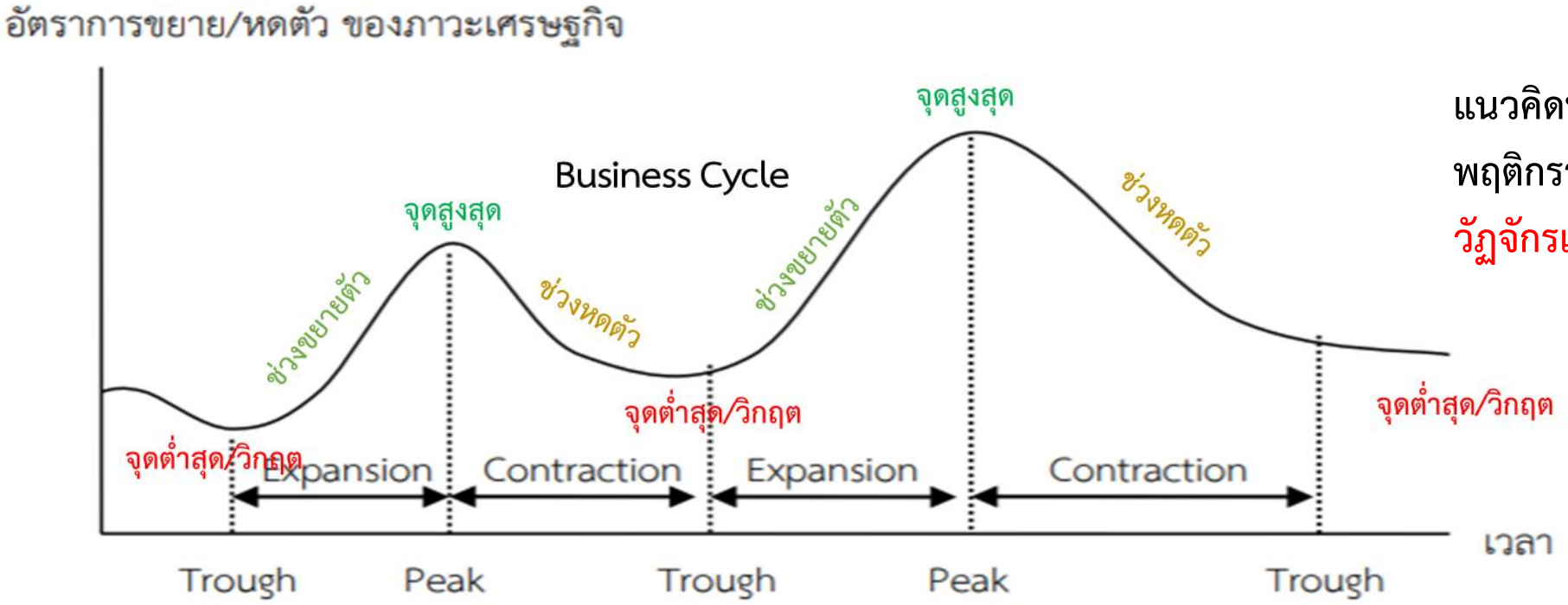


ที่มา: วัฏจักรเศรษฐกิจเชิงการปรับโครงสร้าง ในกลุ่มประเทศอาเซียน-5, ดร.ภารวี มณีจักร และ ดร.วรพล ยะมะกะ

- ประเทศในกลุ่มอาเซียน-5 มีการเปลี่ยนแปลงภาวะเศรษฐกิจในทิศทางที่สอดคล้องกัน
- ทิศทางอัตราการเติบโตของ GDP เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้อธิบายวัฏจักรเศรษฐกิจ
- เนื่องจาก**ไม่สามารถระบุได้**อย่างชัดเจนว่าเศรษฐกิจกำลังดำเนิน**อยู่ในสถานะใด**
- และมี**ระยะเวลา**คงอยู่ในสถานะเศรษฐกิจนั้น**ยาวนานเท่าใด**

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)



แนวคิดทฤษฎีที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบเศรษฐกิจ คือ วัฏจักรเศรษฐกิจ (Business Cycle)

Regime1 : สถานะเศรษฐกิจขยายตัว (Expansion)

Regime2 : สถานะเศรษฐกิจชะลอตัว (Recession)

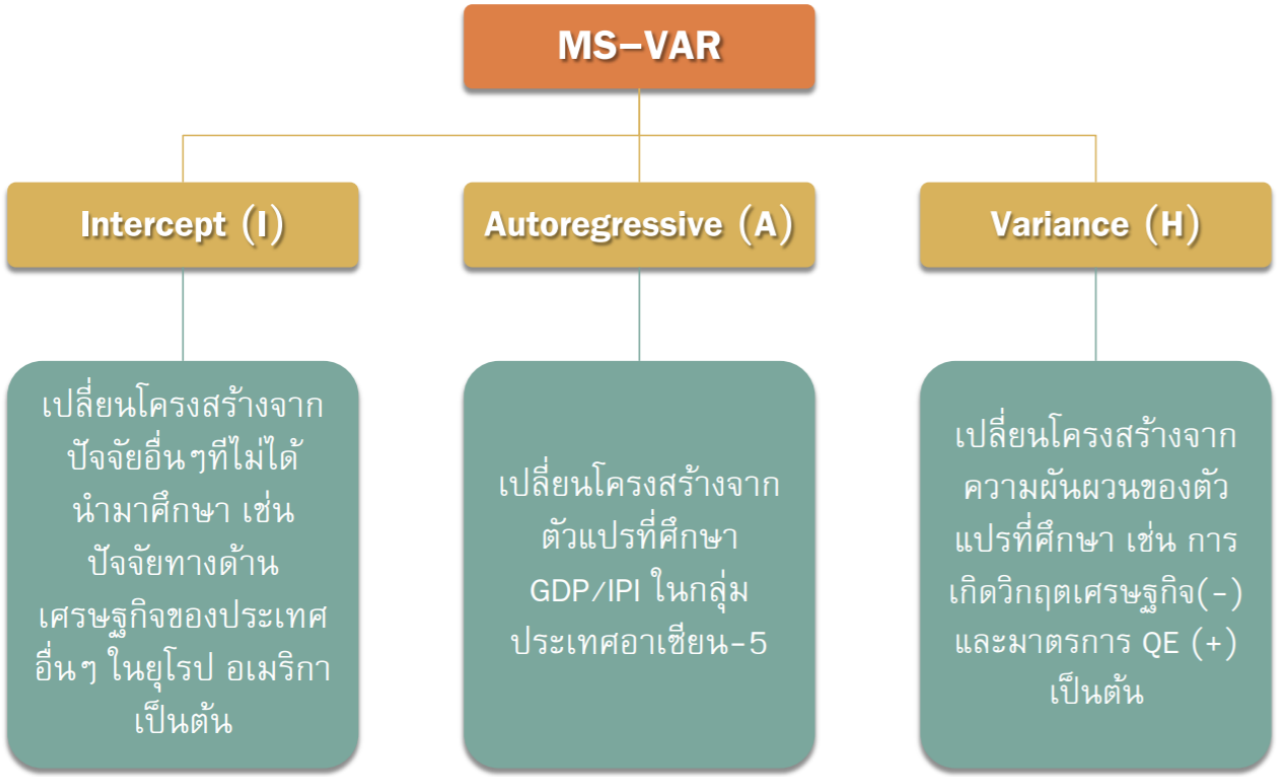
เครื่องมือ MS-VAR (Markov-switching Vector Autoregressive)

- คาดการณ์แนวโน้มในอนาคต (ชี้นำตาม Lag)
- ความน่าจะเป็นของการเกิดสถานะ (Regime Probability) ภายในวัฏจักรเศรษฐกิจ
- ระยะเวลา (Durations) ของการดำรงอยู่ในแต่ละสถานะในวัฏจักรเศรษฐกิจ

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)

เครื่องมือ MS-VAR (Markov-switching Vector Autoregressive)



ที่มา: วัฏจักรเศรษฐกิจเชิงการปรับโครงสร้าง ในกลุ่มประเทศอาเซียน-5, ดร.ภารวี มณีจักร และ ดร.วรพล ยะมะกะ

ขั้นตอนที่ 1 เลือก Lag ที่เหมาะสม

Model/AIC	GDP			IPI		
	Lag 1	Lag 2	Lag 3	Lag 1	Lag 2	Lag 3
MSI(2)-VAR	4891.23	4962.41	4908.68	4176.25	4177.91	4187.90
MSIH(2)-VAR	4695.20	4701.02	4697.39	4164.59	4167.83	4163.37
MSIA(2)-VAR	4251.40	4485.98	NaN	4054.98	4125.78	NaN
MSIAH(2)-VAR	4017.01	4313.89	NaN	3902.70	3959.80	3982.50
MSH(2)-VAR	4821.24	4821.24	4821.23	4203.60	4203.60	4203.60
MSA(2)-VAR	4231.04	4293.30	NaN	4191.20	4290.70	NaN
MSAH(2)-VAR	4205.01	4244.09	NaN	4148.60	4310.87	NaN
VAR (linear)	30.55	30.97	30.65	29.82	30.87	31.34

เลือก Lag ที่มีค่า AIC ต่ำสุด

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)

เครื่องมือ MS-VAR (Markov-switching Vector Autoregressive)

ขั้นตอนที่ 2 เลือกแบบจำลองที่เหมาะสม

Likelihood Ratio test/ Model	GDP	IPI
MSI(2)-VAR(1)	0.8898	5.7775
MSIH(2)-VAR(1)	1.0953	6.0868
MSIA(2)-VAR(1)	0.9272	3.0705
MSIAH(2)-VAR(1)	0.9832	5.9071
MSH(2)-VAR(1)	0.8732	5.7864
MSA(2)-VAR(1)	0.9741	6.1069
MSAH(2)-VAR(1)	0.9676	5.9629
VAR(1) (linear)	0.9671	5.0533

เลือก Model ที่มีค่า LR สูงสุด

ที่มา: วัฏจักรเศรษฐกิจเชิงการปรับโครงสร้าง ในกลุ่มประเทศอาเซียน-5, ดร.ภารวี มณีจักร และ ดร.วรพล ยะมะกะ

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)

ผลการวิเคราะห์วัฏจักรในอดีตที่ผ่านมา

	Regime1 : Expansion		
	P_{EE}	P_{ER}	Duration (Q)
Thailand	0.96	0.04	23.66
Indonesia	0.94	0.06	17.37
Malaysia	0.94	0.06	17.67
Singapore	0.93	0.07	15.16
Philippines	0.92	0.08	11.99

	Regime2 : Recession		
	P_{RR}	P_{RE}	Duration (Q)
Thailand	0.61	0.39	2.59
Indonesia	0.93	0.07	13.92
Malaysia	0.69	0.31	3.44
Singapore	0.85	0.15	6.63
Philippines	0.73	0.27	3.74

ที่มา: วัฏจักรเศรษฐกิจเชิงการปรับโครงสร้าง ในกลุ่มประเทศอาเซียน-5, ดร.ภารวี มณีจักร และ ดร.วรพล ยะมะกะ

ข้อมูลอนุกรมเวลา (q) (134 ไตรมาส)
โดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

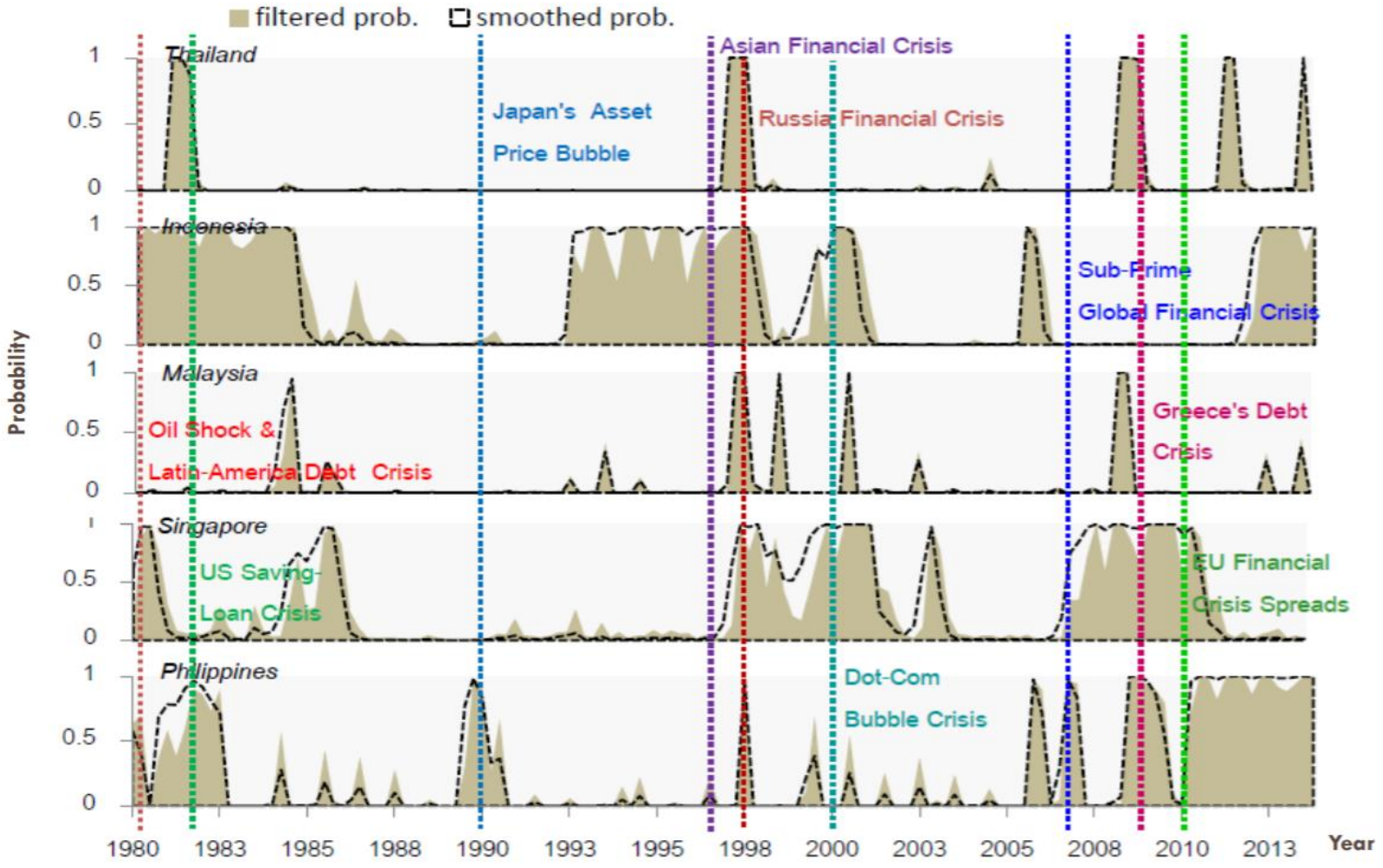
- ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Products: GDP)
- ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม (Industrial Production Index: IPI)

- ประเทศไทยที่มีความผันผวนทางวัฏจักรเศรษฐกิจต่ำที่สุดในอาเซียน 5 ประเทศ
- มีระยะเวลาของการดำรงอยู่ในสถานะเศรษฐกิจขยายตัวยาวนานที่สุด
- สะท้อนถึงสามารถปรับตัวต่อวิกฤตเศรษฐกิจโลกที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องกันของวัฏจักรเศรษฐกิจ



- อาเซียน-5 มีวัฏจักรเศรษฐกิจที่ค่อนข้างสอดคล้องกันโดยมีการเข้าสู่ช่วงเศรษฐกิจถดถอยในเวลาที่ใกล้เคียงกัน
- ได้รับผลกระทบภายหลังเกิดวิกฤตเศรษฐกิจในทิศทางที่สอดคล้องกัน

ที่มา: วัฏจักรเศรษฐกิจเชิงการปรับโครงสร้าง ในกลุ่มประเทศอาเซียน-5, ดร.ภารวี มณีจักร และ ดร.วรพล ยะมะกะ

4. การคาดการณ์แนวโน้ม

- ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง Markov-switching (Hamilton, 1989)

ผลการการพยากรณ์ภาวะเศรษฐกิจ

GDP

	p_{1t}
Regime 1	0.98
Regime 2	0.02

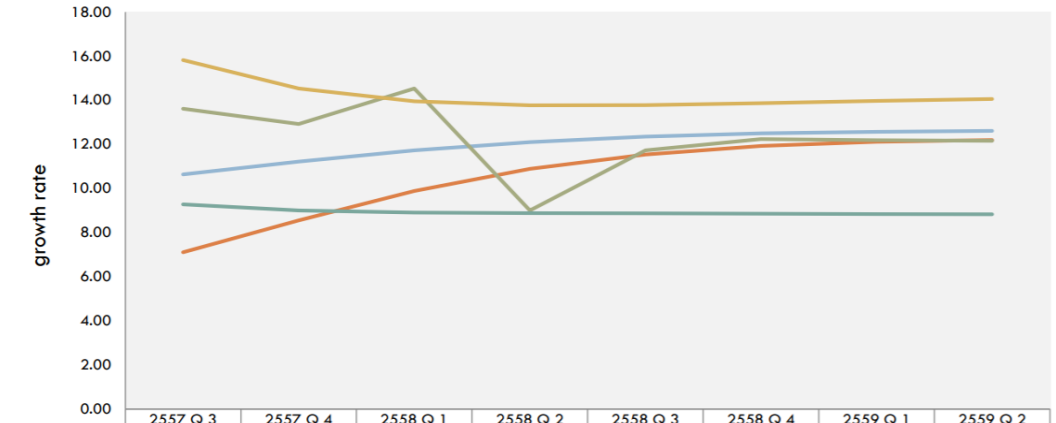
- พบว่า ช่วงเวลาปัจจุบัน (P1t) GDP อยู่ในสถานะ ขยายตัว มากกว่าสถานะ หดตัว

IPI

	p_{1t}
Regime 1	0.99
Regime 2	0.01

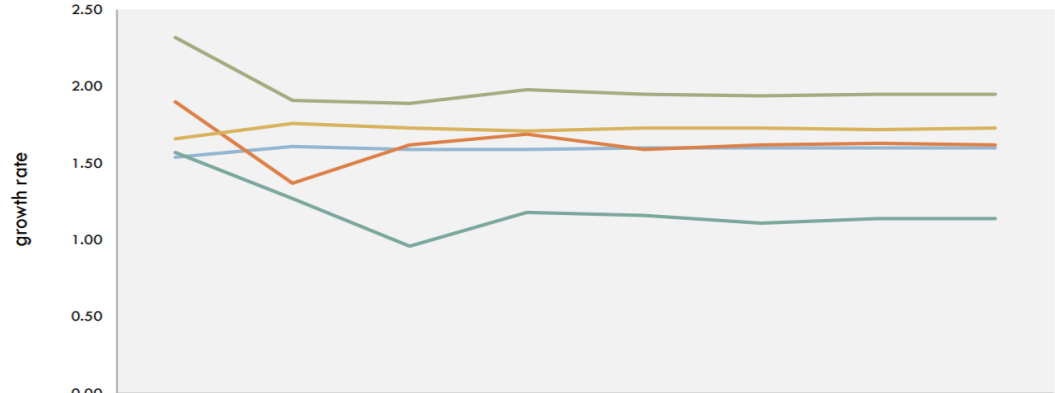
- พบว่า ช่วงเวลาปัจจุบัน (P1t) IPI อยู่ในสถานะ ขยายตัว มากกว่าสถานะ หดตัว

การพยากรณ์ GDP ในสถานะเศรษฐกิจขยายตัว



	2557 Q 3	2557 Q 4	2558 Q 1	2558 Q 2	2558 Q 3	2558 Q 4	2559 Q 1	2559 Q 2
Thailand	10.64	11.22	11.73	12.10	12.35	12.50	12.57	12.61
Indonesia	7.11	8.55	9.89	10.89	11.54	11.93	12.12	12.20
malaysia	13.62	12.92	14.53	9.00	11.73	12.24	12.19	12.16
Singapore	15.82	14.53	13.95	13.77	13.78	13.87	13.97	14.06
Philipiines	9.28	9.00	8.91	8.88	8.87	8.86	8.84	8.83

การพยากรณ์ IPI ในสถานะเศรษฐกิจขยายตัว

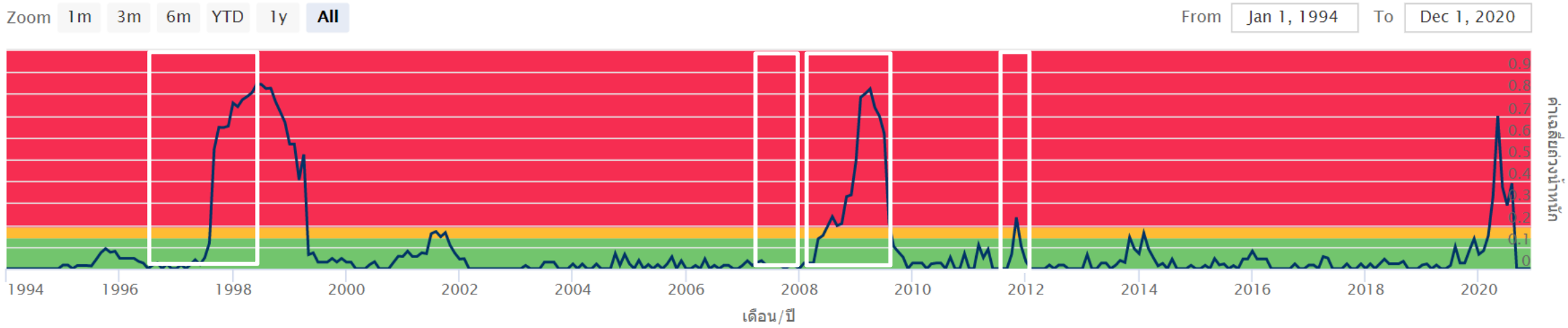


	2557 Q 3	2557 Q 4	2558 Q 1	2558 Q 2	2558 Q 3	2558 Q 4	2559 Q 1	2559 Q 2
Thailand	1.54	1.61	1.59	1.59	1.60	1.60	1.60	1.60
Malaysia	1.90	1.37	1.62	1.69	1.59	1.62	1.63	1.62
Indonesia	2.32	1.91	1.89	1.98	1.95	1.94	1.95	1.95
Singapore	1.66	1.76	1.73	1.71	1.73	1.73	1.72	1.73
Philipiines	1.57	1.27	0.96	1.18	1.16	1.11	1.14	1.14

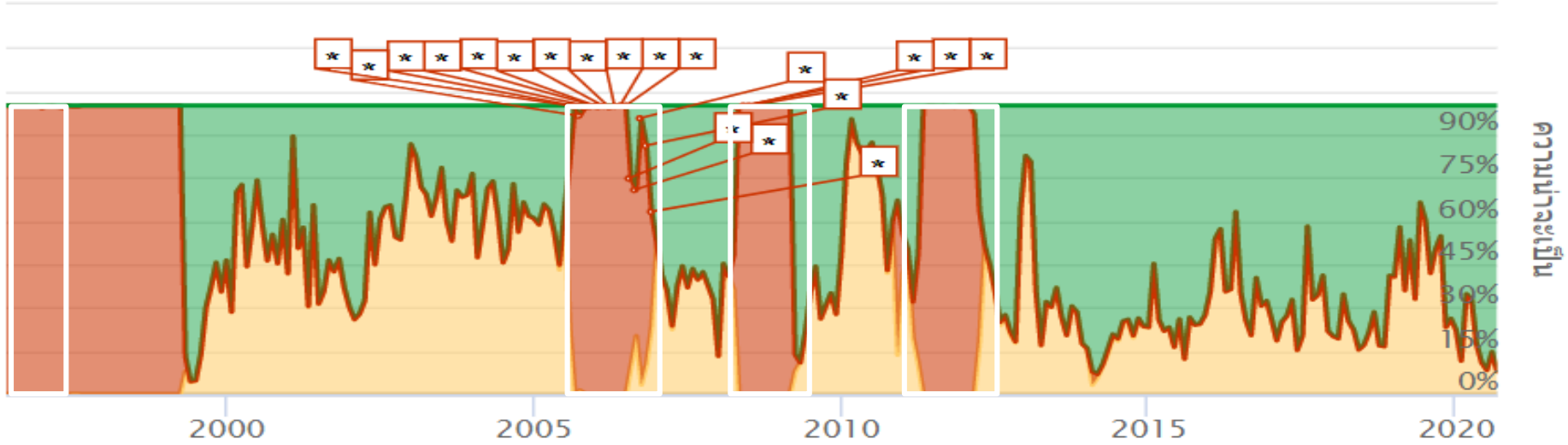
ที่มา: วัฏจักรเศรษฐกิจเชิงการปรับโครงสร้าง ในกลุ่มประเทศอาเซียน-5, ดร.ภารวี มณีจักร และ ดร.วรพล ยะมะกะ

ประสิทธิภาพของระบบเตือนภัยด้านแรงงาน

ประสิทธิภาพของวิธี Composite Weighted

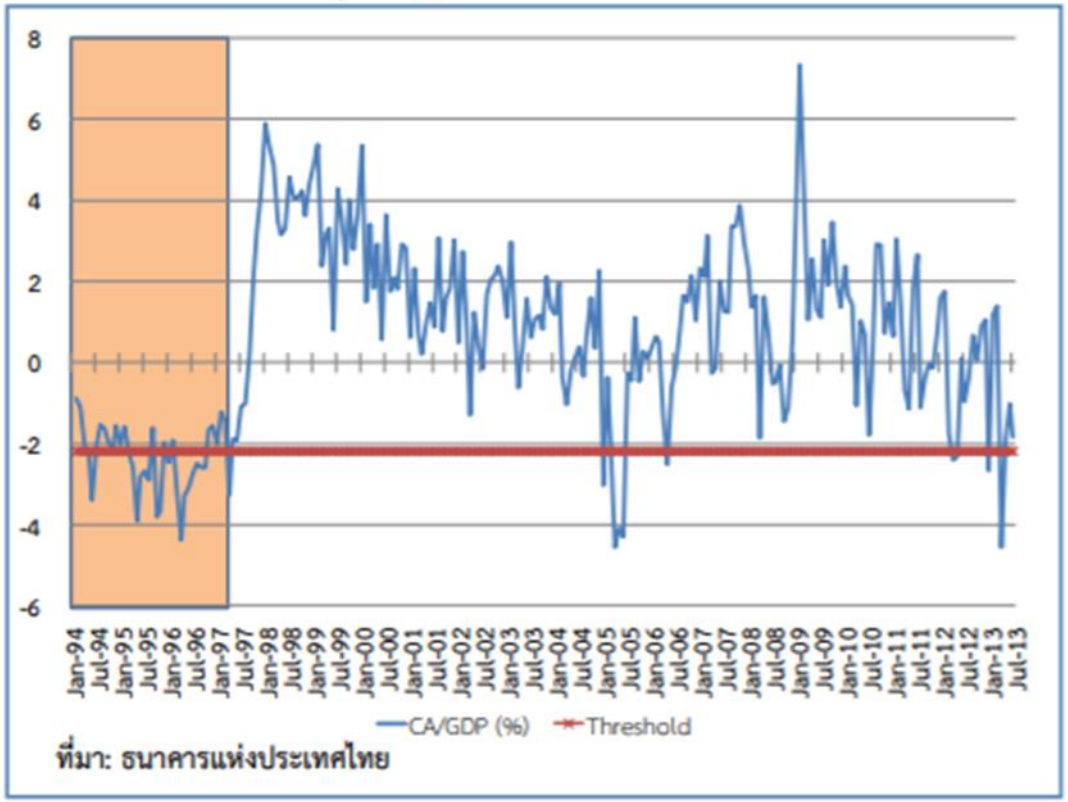


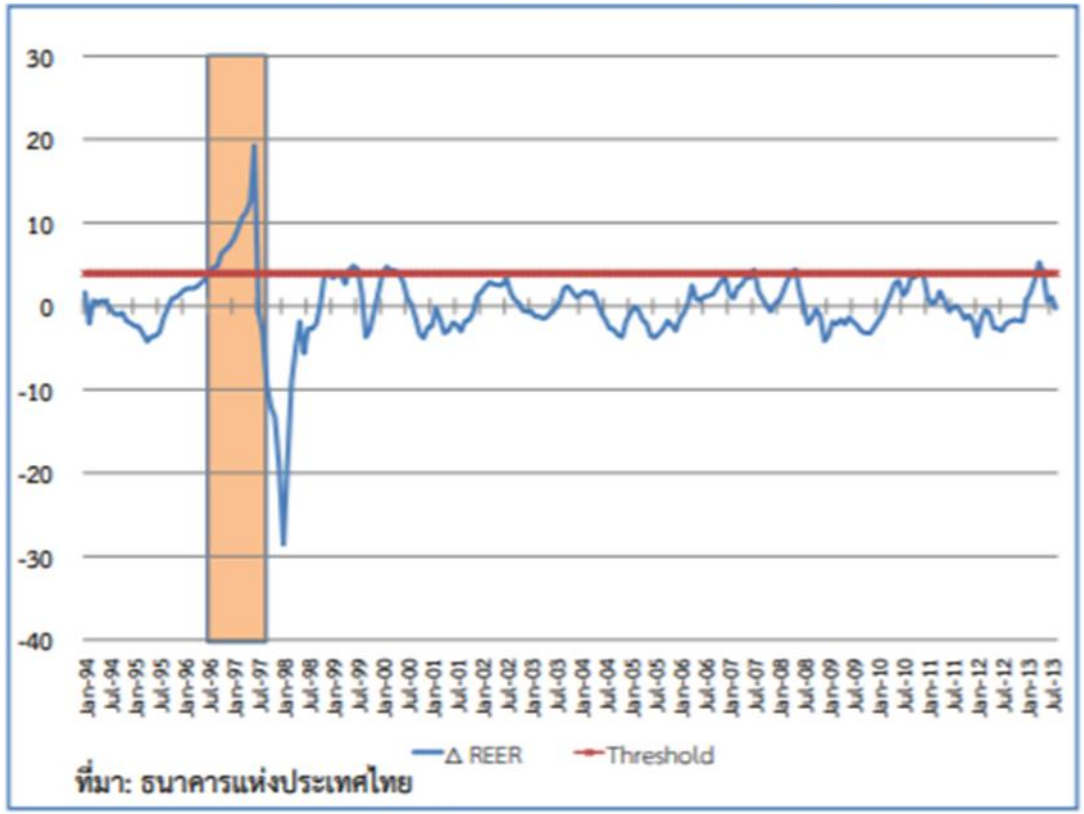
ประสิทธิภาพของวิธี Multinomial Logic



ผลการศึกษาเชิงประจักษ์ กรณี: ระบบเตือนภัยทางการเงิน (EWSs) ของไทย

กรณีใช้วิธี Non-Parametric Approach





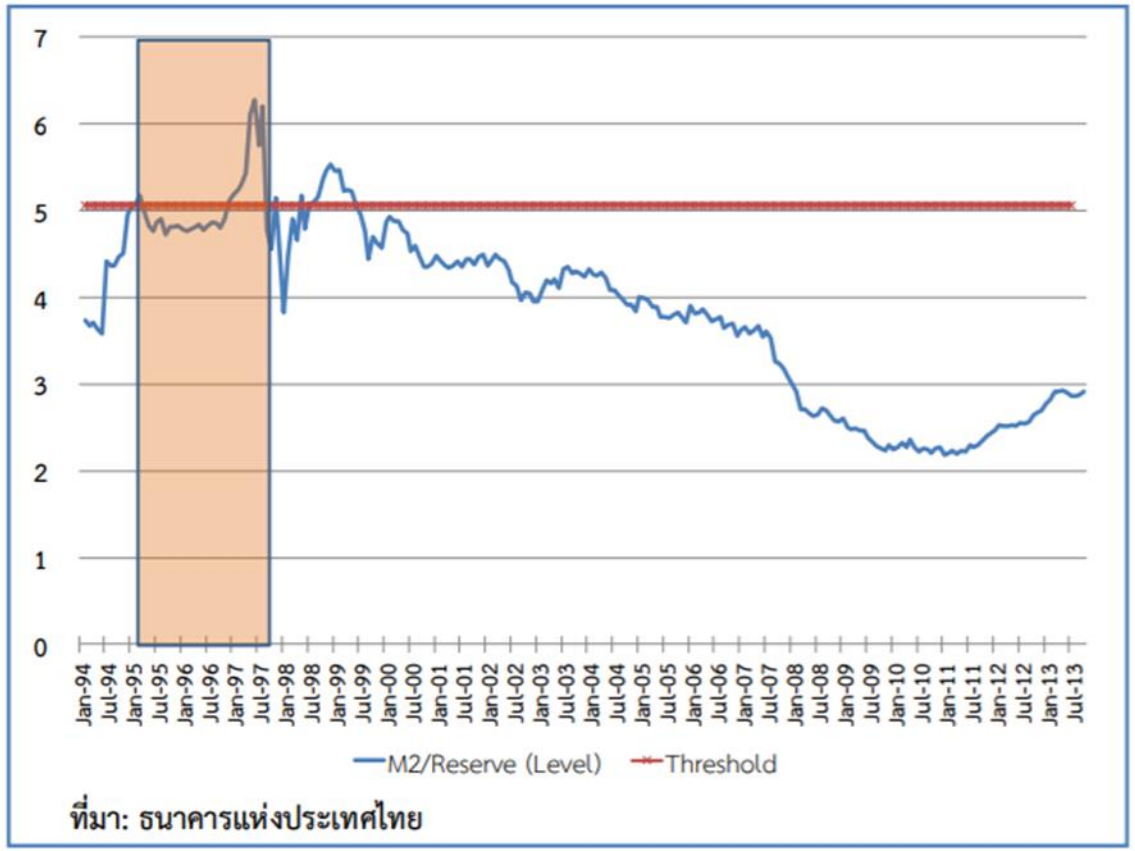
หมายเหตุ: เฉลี่ย GDP รายไตรมาสเป็นรายเดือนโดยการคำนวณหา Geometric mean = $\sqrt[3]{(GDP_{Qt}/GDP_{Qt-1})}$

หมายเหตุ: Trend คำนวณโดยใช้ Hodrick Prescott filter

ผลการศึกษาเชิงประจักษ์ กรณี: ระบบเตือนภัยทางการเงิน (EWSs) ของไทย

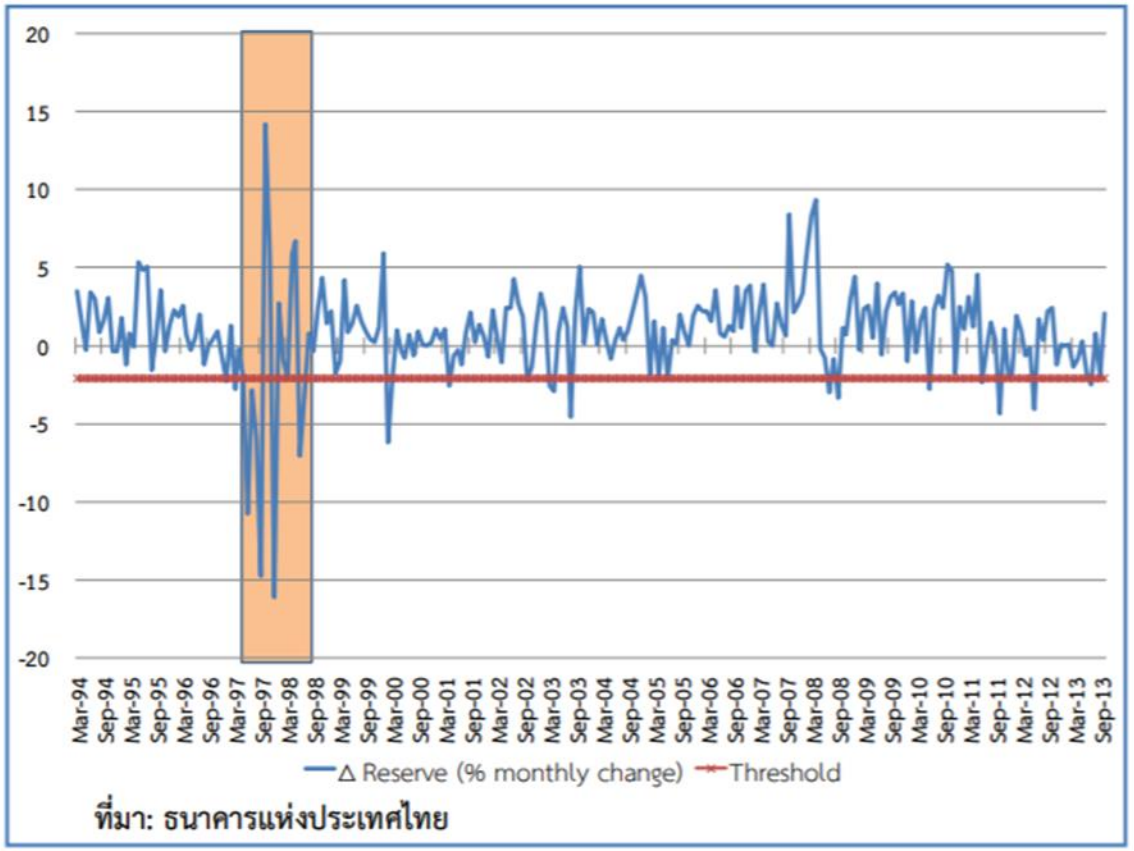
กรณีใช้วิธี Non-Parametric Approach

สัดส่วนปริมาณเงินต่อเงินสำรองทางการ (Level)



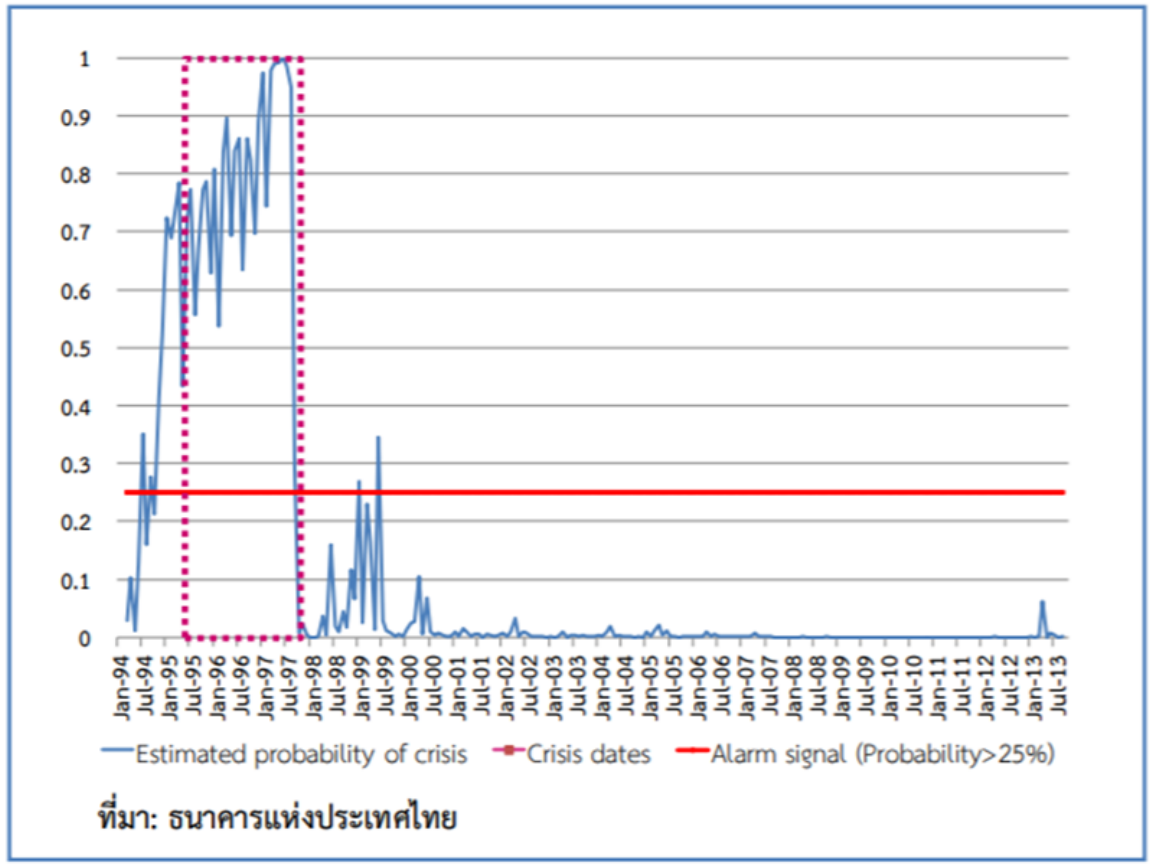
ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของเงินสำรองทางการ (Percent)



ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย

ผลการศึกษาเชิงประจักษ์ กรณี: ระบบเตือนภัยทางการเงิน (EWSs) ของไทย



ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย

กรณีใช้วิธี Parametric Approach

ตารางที่ 4 ผลของโมเดล Parametric EWSs

Variables	Coefficient	Standard Deviation
CA/GDP (%)	-0.47	(0.26) *
ΔGDP (%)	-0.15	(0.07) **
M2/Reserve	3.21	(0.99) ***
ΔREER (%)	0.16	(0.08) **
ΔReserve (%)	-0.09	(0.11)
R^2 = 0.7018		
Total observation= 235		

หมายเหตุ: 1) ***, **, * แสดงระดับนัยสำคัญ 1%, 5% และ 10% ตามลำดับ 2) ใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ มกราคม 1994 ถึง ตุลาคม 2013 และ 3) Δ คือการเปลี่ยนแปลงของดัชนีชี้นำ

(อ้างอิง: ทิพวรรณ ทนนกลิ่น, ธนาคารแห่งประเทศไทย 2557)

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

- การทดสอบความผิดพลาดในการเตือนภัย

$$\text{Type I Error} = \frac{C}{A+C}$$ → “ระบบไม่ส่งสัญญาณตือน” แต่เศรษฐกิจ “มีความผิดปกติ”

$$\text{Type II Error} = \frac{B}{B+D}$$ → “ระบบส่งสัญญาณตือน” แต่เศรษฐกิจ “ไม่มีความผิดปกติ”

*ข้อสังเกต: หากเกิดกรณี Type I Error “ระบบไม่ส่งสัญญาณตือน” แต่เศรษฐกิจ “มีความผิดปกติ” จะสร้างความเสียหายให้มากกว่าเกิดกรณี Type II Error ที่ “ระบบส่งสัญญาณตือน” แต่เศรษฐกิจ “ไม่มีความผิดปกติ”

	ระบบเศรษฐกิจ	
การส่งสัญญาณเตือนของระบบ	ผิดปกติ (เหลือง/แดง)	ปกติ (เขียว)
เตือนภัย (เหลือง/แดง)	A	B
ไม่ส่งสัญญาณเตือนภัย (เขียว)	C	D

- การทดสอบด้วยร้อยละของความแม่นยำในการเตือนภัย

$$\text{Percentage Correct} = \frac{A+D}{A+B+C+D}$$

- การทดสอบ NS Ratio

$$\frac{B/(B+D)}{A/(A+C)} = \text{Adjusted noise-to-signal ratio}$$

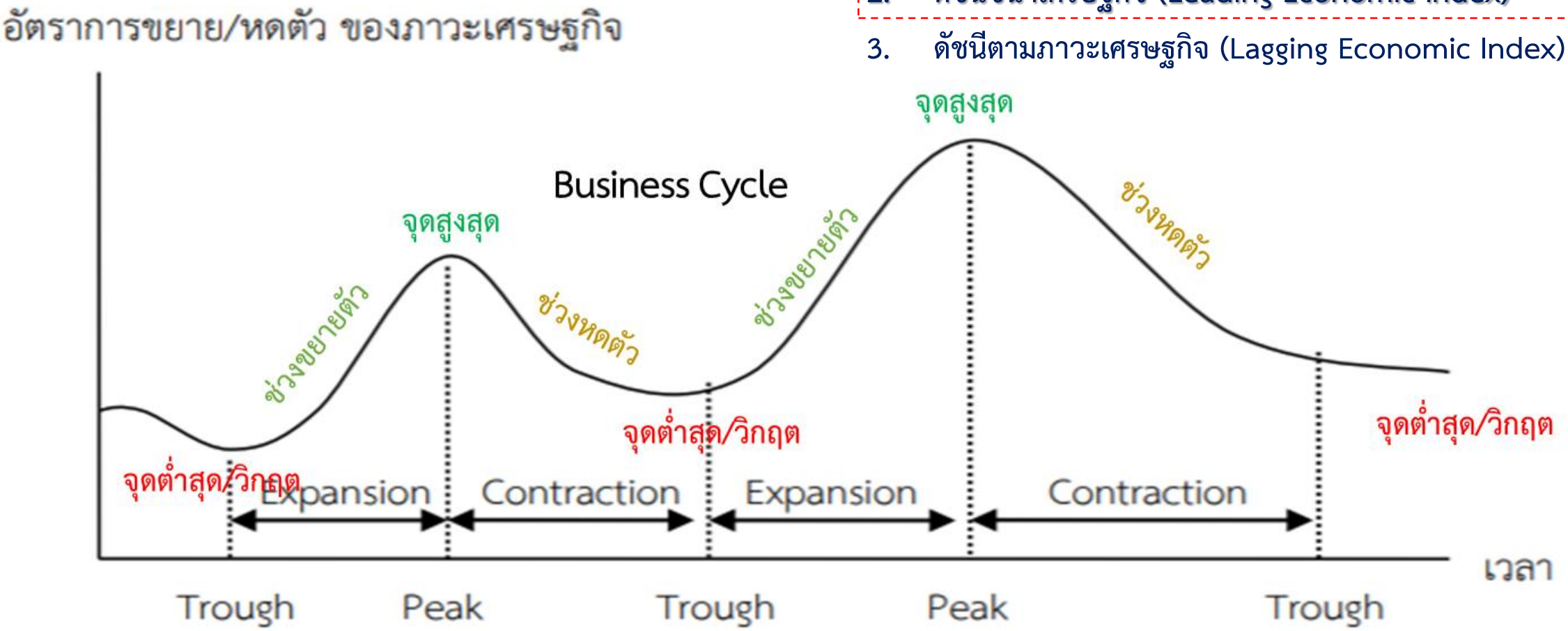
แนวคิด ทฤษฎี และขั้นตอนการทบทวน ตัวแปรระบบเตือนภัยเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

ทบทวนแนวคิดการทบทวนและคัดเลือกตัวแปร

วัฏจักรธุรกิจ (Business Cycle)

ดัชนีวัฏจักรธุรกิจ แบ่งได้ 3 ประเภท

1. ดัชนีพ้องเศรษฐกิจ (Coincident Economic Index)
2. ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจ (Leading Economic Index)
3. ดัชนีตามภาวะเศรษฐกิจ (Lagging Economic Index)



ที่มาภาพ: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม 2554 และแนวคิดวัฏจักรเศรษฐกิจในระยะต่าง ๆ ของ Bonham (2017)

ทบทวนแนวคิดการทบทวนและคัดเลือกตัวแปร

หลักเกณฑ์การพิจารณาตัวแปรฯ จากเอกสาร “ระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าทางเศรษฐกิจ” โดย ดร.สมศจี ศิกษมัด และ ดร.นพดล บูรณะธนัง

- จะต้องเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจ ได้แก่ ตัวแปรนั้น ๆ จะต้องก่อให้เกิดความเคลื่อนไหวหรือเสริมสภาพคล่องให้แก่กิจกรรมทางเศรษฐกิจ เป็นตัวแปรที่สะท้อนถึงการคาดการณ์ภาวะเศรษฐกิจหรือตลาด เป็น**ตัวแปรที่ผลักดันหรือขับเคลื่อนให้เกิดกิจกรรมทางเศรษฐกิจขึ้นจริงได้**

- เป็นตัวแปรที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว **ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ**

- เป็นข้อมูลที่มีความชัดเจนของการเกิดคลื่นวัฏจักร กล่าวคือ **จะต้องมีค่าเคลื่อนไหวขึ้นลง ไม่ราบเรียบจนเกินไป**จนทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นความเคลื่อนไหวในลักษณะของวัฏจักรได้

อ้างอิง: แนวทางการสร้างดัชนีชี้นำทางเศรษฐกิจ สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (ภักดิ์ ทองส้ม)

ทบทวนแนวคิดการทบทวนและคัดเลือกตัวแปร

หลักเกณฑ์การพิจารณาตัวแปรฯ เพิ่มเติม ตามความเห็นของธนาคารแห่งประเทศไทย

ธนาคารแห่งประเทศไทย

- จะต้องเป็นข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (Time Series) ที่มีช่วงของชุดข้อมูลระยะยาวอย่างต่อเนื่องพอสมควร ตามข้อเสนอแนะของงานวิจัยโดยทั่วไปเกี่ยวกับดัชนีชี้นำวัฏจักรเศรษฐกิจของไทย ระบุว่า ควรเป็นข้อมูลแบบรายเดือน และครอบคลุมวงรอบของวัฏจักรธุรกิจของไทย ซึ่งมีระยะจากจุดต่ำสุดไปถึงจุดสูงสุดและกลับมายังจุดต่ำสุดเดิมประมาณ 5 ปี ดังนั้น ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้สร้างดัชนีชี้นำเศรษฐกิจที่เป็นพื้นฐานของระบบเตือนภัยฯ **จึงควรมีชุดข้อมูลไม่ต่ำกว่า 6 ปี หรือ 72 เดือน**

- เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องอย่างต่อเนื่องพอสมควร **ไม่มีการปรับปรุงบ่อยครั้ง** หรือกรณีข้อมูลที่มีการปรับปรุงแก้ไข ข้อมูลดังกล่าวไม่ควรมีความเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก

- ตัวแปรจะต้องมีความหลากหลาย เป็นตัวแปรที่**ครอบคลุมกิจกรรมทางเศรษฐกิจด้านนั้น ๆ ได้อย่างกว้างขวางและทั่วถึง** อาทิ เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้น เป็นตัวแปรที่แสดงการคาดการณ์ของตลาด เป็นตัวแปรที่แสดงอิทธิของปัจจัยภายนอกโดยเฉพาะภาวะของประเทศผู้นำเข้าสินค้าที่สำคัญของไทย

อ้างอิง: แนวทางการสร้างดัชนีชี้นำทางเศรษฐกิจ สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (ภักดิ์ ทองส้ม)

ทบทวนแนวคิดการทบทวนและคัดเลือกตัวแปร

หลักเกณฑ์การพิจารณาตัวแปรฯ จากเอกสาร “โครงการพัฒนาระบบเตือนภัยและติดตามสภาวะอุตสาหกรรม” โดยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

- ตัวแปรนั้น ๆ จะต้อง**เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้น** เช่น การใช้วัตถุดิบ การลงทุน เป็นต้น
- แสดง**ความยากง่ายในการปรับตัว** เช่น ในช่วงเศรษฐกิจขาลง การเลือกใช้วิธีการลดชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา เป็นวิธีที่ง่ายกว่าการปลดพนักงานออก การเลือกใช้ตั้วแปรชั่วโมงการทำงานจึงตอบสนองได้ดีกว่า
- แสดงถึง**การคาดการณ์ของตลาด** เช่น ดัชนีความเชื่อมั่นผู้บริโภค เป็นต้น
- เป็นตัว**ผลักภาวะเศรษฐกิจ**ที่สำคัญ เช่น ปริมาณเงิน สินเชื่อ เป็นต้น
- ตัวแปรที่**แสดงอิทธิพลของปัจจัยภายนอก** เช่น ดัชนีชี้นำภาวะเศรษฐกิจของประเทศคู่ค้าหลักของไทย อัตราแลกเปลี่ยน เป็นต้น

อ้างอิง: แนวทางการสร้างดัชนีชี้นำทางเศรษฐกิจ สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (ภักดิ์ ทองส้ม)

แนวคิดที่เลือกใช้สำหรับการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

โมเดลที่เลือกใช้	กลุ่ม Non-Parametric Approach (แบบ Composite)
เหตุผลที่เลือกใช้	1. จุดประสงค์การจัดทำ ต้องการใช้ข้อมูลที่มีความเร็ว 2. ข้อจำกัดด้านเวลา หากใช้โมเดลที่อิงตัวแปรเสริมมีขั้นตอนมาก ไม่ทันท่วงที 3. ต้องการระบบเตือนภัยฯ ล่วงหน้าในระยะสั้น ประมาณ 2-3 เดือน
ขจัดข้อจำกัด	1. ลดข้อจำกัดของ Non-Parametric Approach เรื่องระบบวิเคราะห์ดัชนีชี้นำฯ ที่เป็นแบบแยกส่วน โดยจัดทำดัชนีผสม (Composite Leading Indicators) ที่มีตัวแปรชี้นำมากกว่า 1 ตัวแปร

ขั้นตอนการทบทวนตัวแปร

ขั้นตอนที่ 1
รวบรวม/พิจารณาตัวแปร
ตามคุณลักษณะเชิงปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 2
พิจารณาตัวแปรตามความสัมพันธ์
เชิงเศรษฐศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3
การกำหนดค่าในการวัดระดับความผิดปกติ
ของตัวแปรชี้นำ/ระบบเตือนภัยฯ

ขั้นตอนที่ 4
การคำนวณหาระดับการเตือนภัยของตัวแปร
ชี้นำที่ผ่านการคัดเลือก/ระบบเตือนภัยฯ

ขั้นตอนที่ 5
การทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพ
ของระบบเตือนภัยฯ

ตัวแปร/วิธีการคำนวณ/
ระยะเวลาที่เหมาะสม
ในการเตือนภัยฯ ล่วงหน้า

ขั้นตอนที่ 1: รวบรวมตัวแปรตามหลักเกณฑ์ด้านความสัมพันธ์เชิงปฏิบัติ (Practical Consideration)

เงื่อนไขการพิจารณา

- **เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series)**
- **มีความถี่ของการจัดทำสูง (รายเดือน)**
- **มีความรวดเร็วในการเผยแพร่ (ล่าช้าไม่เกิน 2 เดือน)**
- **มีความต่อเนื่องของข้อมูล**
- **ไม่มีการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง**
- **มาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ**
- **ครอบคลุมปัจจัยต่าง ๆ ในภาคเศรษฐกิจ (Breadth of Coverage)**: จะต้องตัวแปรที่สะท้อนทั้ง Demand และ Supply ทั้งปัจจัยภายในและนอกประเทศ ตลอดจนปัจจัยพื้นฐานอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อทิศทางเศรษฐกิจอุตฯ

สำหรับตัวแปรหรือดัชนีที่รวบรวมได้ตามหลักเกณฑ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงปฏิบัติ (Practical Consideration) หรือการพิจารณาตามคุณลักษณะโดยทั่วไปของตัวแปรนั้น ๆ สามารถจำแนกออกได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามประเภทของข้อมูล จำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่

- ตัวแปรอ้างอิง (Reference Series)
- กลุ่มปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจมหภาคและการเงิน
- กลุ่มปัจจัยด้านการผลิตภายในประเทศ
- กลุ่มปัจจัยด้านการผลิตต่างประเทศ (เฉพาะคู่ค้าหลักของไทย)
- กลุ่มปัจจัยอื่น ๆ ที่สะท้อนการคาดการณ์ตลาดหรือความเสี่ยงของนักลงทุน

ขั้นตอนที่ 2: พิจารณาตัวแปรตามความสัมพันธ์เชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Significance)

เงื่อนไขการพิจารณา

- **คลื่นวัฏจักรต้องเคลื่อนไหวชัดเจน** หากราบเรียบจนเกินไปจะทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นความเคลื่อนไหวในลักษณะของวัฏจักรได้
- **ต้องเป็นดัชนีชี้นำเศรษฐกิจฯ (Leading)** โดยจุดวกกลับจะต้องเกิดก่อนตัวแปรอ้างอิง
- **มีความสัมพันธ์เชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Significance)** ตัวแปรนั้น ๆ จะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเศรษฐศาสตร์ หรืออธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอ้างอิงได้ในระดับ “พอใช้-ระดับดี”

โดยการพิจารณาในขั้นตอนนี้จะนำแนวคิดและเครื่องมือทางเศรษฐมิติเข้ามาคัดเลือกตัวแปรที่มีความเหมาะสมในมิติต่าง ๆ ได้แก่

- การพิจารณา**ความแข็งแกร่งของการเคลื่อน**ที่ไปด้วยกันระหว่างตัวแปรอ้างอิงกับตัวแปรชี้นำนั้น ๆ ด้วยการคำนวณค่า Coherence
- การพิจารณาการเป็น**ตัวแปรชี้นำ (Leading) ตัวแปรตาม (Lagging)** หรือ**ตัวแปรพ้อง (Coincident)** เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรอ้างอิงเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ด้วยการคำนวณค่า Mean Delay/t_{max}
- การพิจารณาระยะเวลาของการเกิด**จุดวกกลับ** (Turning Point) จากค่า Average Lag
- การพิจารณา**ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร**กับตัวแปรอ้างอิง ด้วยการคำนวณค่า Cross-Correlation (r_{max})

ขั้นตอนที่ 2: พิจารณาตัวแปรตามความสัมพันธ์เชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Significance)

หลักเกณฑ์การพิจารณา	ค่าเกณฑ์ที่พิจารณาคัดเลือกตัวแปรของหน่วยงานต่าง ๆ			
	เงื่อนไข	OECD	Busy Manual	สศอ.
1. การพิจารณาความแข็งแกร่งของการเคลื่อนที่ไปด้วยกันระหว่างตัวแปรอ้างอิงกับตัวแปรชี้นำนั้น ๆ ด้วย	Coherence	>0.3	>0.4	>0.15
2. การพิจารณาความสามารถในการเป็นตัวแปรชี้นำ (Leading) ตัวแปรตาม (Lagging) หรือตัวแปรพ้อง (Coincident) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรอ้างอิงเศรษฐกิจอุตสาหกรรม	Mean Delay	>0.0	>0.0	>0.1
3.1 การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ กับตัวแปรอ้างอิง ด้วยการคำนวณค่า Cross-Correlation	r_{max}	>0.5	>0.4	>0.4
3.2 การอธิบายการเป็นตัวแปรชี้นำ ค่าเป็นบวก (+) ตัวแปรตาม ค่าเป็นลบ (-)	t_{max}	>2.0	-	>0.0
4. การพิจารณาระยะเวลาของการเกิดจุดวกกลับ (Turning Point) จากค่า Average Lag	Median Lag	(-), 2 Periods	-	(-)

ขั้นตอนที่ 3: การกำหนดค่าในการวัดความผิดปกติของตัวแปรชี้นำ

3.1 การปรับค่ามาตรฐาน (Normalization)

- **นำค่าตัวแปรที่ผ่านการพิจารณาเพื่อใช้ในระบบเตือนภัยฯ แต่ละตัวแปรมาทำการขจัดอิทธิพลด้านฤดูกาล**
  - (Seasonal Adjustment)
  - ขจัดค่าแนวโน้ม (Trend)
  - ปรับข้อมูลให้ราบเรียบด้วยวิธี Hodrick-Prescott Fitter

- **นำค่าตัวแปรที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้า มาทำการคำนวณค่ามาตรฐานตามสูตรการคำนวณ ดังนี้**

สูตรคำนวณการปรับค่ามาตรฐาน (Normalization)

$$\boldsymbol{Normal} = \frac{\boldsymbol{X - Mean}}{\boldsymbol{SD}}$$

Normal คือ ค่ามาตรฐาน (Normalization)

X คือ ค่าตัวแปรที่ขจัดฤดูกาล ค่าแนวโน้ม และปรับความราบเรียบแล้ว

Mean คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ขจัดฤดูกาล ค่าแนวโน้ม และปรับความราบเรียบแล้ว

SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

ขั้นตอนที่ 3: การกำหนดค่าในการวัดความผิดปกติของตัวแปรชี้นำ

3.2 การกำหนดค่าในการวัดความผิดปกติของตัวแปรชี้นำ

- พิจารณาหาช่วงเวลาเพื่อกำหนดเกณฑ์การเตือนภัยจากค่ามาตรฐาน (Normalization) เพื่อหาช่วงเวลา (เดือน) ที่จะนำมาคำนวณหาเกณฑ์การเตือนภัย

ช่วงของค่ามาตรฐาน (Normalization)	จุดวกกลับ (Turning Point)
X > 0 (โดยที่ค่า X เข้าใกล้ 0 มากที่สุด)	Up (ขยายตัว)
X > -1 (โดยที่ค่า X เข้าใกล้ -1 มากที่สุด)	Low (หดตัว)

กำหนดค่าในการวัดความผิดปกติของตัวแปร BSI_TH_E

Up	Low
0.15	-0.85

เดือน/ปี	BSI_TH_E_DHP2F	จุดวกกลับ
M5/54	0.08	up
M1/55	0.06	up
M6/56	0.03	up
M6/57	0.27	up
M1/58	0.50	up
M8/59	0.03	up
M5/62	0.11	up
M8/54	-0.60	low
M11/54	-0.93	low
M8/56	-0.90	low
M4/58	-0.99	low
M1/59	-0.94	low
M9/62	-0.75	low

ส่งสัญญาณปกติ (สีเขียว)

$X > 0.15$

ส่งสัญญาณเตือนระยะต้น (สีเหลือง)

$0.15 \geq X \leq -0.85$

ส่งสัญญาณเตือนระยะรุนแรง (สีแดง)

$X < -0.85$

ขั้นตอนที่ 3.2: ผลการกำหนดค่าในการวัดความผิดปกติของตัวแปรชี้นำ

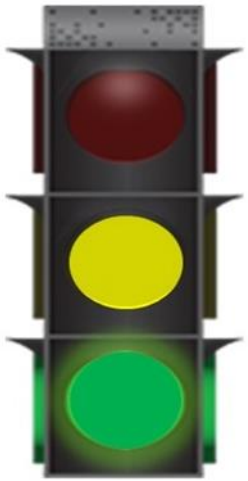
ลำดับ	ตัวแปร	ตัวย่อตัวแปร	ส่งสัญญาณปกติ (สีเขียว)	ส่งสัญญาเตือนระยะต้น (สีเหลือง)	ส่งสัญญาณเตือนระยะรุนแรง (สีแดง)
ตัวแปรอ้างอิง					
1	ดัชนีผลผลิตภาคอุตสาหกรรม	MPI_TH	X > 0.09	0.09 ≥ X ≤ -0.74	X < -0.74
กลุ่มตัวแปรในระบบเตือนภัยฯ (ปี 2563)					
1	ดุลบัญชีเดินสะพัดของไทย	CA_TH	X > 0.26	0.26 ≥ X ≤ -0.84	X < -0.84
2	ดัชนีปริมาณสินค้านำเข้า	IMV_TH	X > 0.13	0.13 ≥ X ≤ -0.96	X < -0.96
3	ดัชนีความเชื่อมั่นภาคอุตสาหกรรม (3 เดือนข้างหน้า)	TISI (E)	X > 0.14	0.14 ≥ X ≤ -0.89	X < -0.89
4	ดัชนีความเชื่อมั่นทางธุรกิจ (3 เดือนข้างหน้า)	BSI_TH_E	X > 0.15	0.15 ≥ X ≤ -0.85	X < -0.85
5	ดัชนีความเชื่อมั่นผู้บริโภคของจีน	CCI_CN	X > 0.12	0.12 ≥ X ≤ -0.83	X < -0.83
6	ดัชนีชี้นำเศรษฐกิจประเทศสหรัฐอเมริกา	CLI_US	X > 0.05	0.05 ≥ X ≤ -0.90	X < -0.90
7	ดัชนีความเชื่อมั่นทางธุรกิจของยูโรโซน	ESI_EU	X > 0.00	0.00 ≥ X ≤ -1.00	X < -1.00
8	ดัชนีผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อภาคอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น	PMI_JP	X > 0.15	0.15 ≥ X ≤ -0.95	X < -0.95
ระบบเตือนภัยฯ รวม					
1	ระบบเตือนภัยฯ รวม	CLI_STD	X > 0.17	0.17 ≥ X ≤ -0.91	X < -0.91

ขั้นตอนที่ 3.2: ผลการกำหนดค่าในการวัดความผิดปกติของตัวแปรชี้นำ

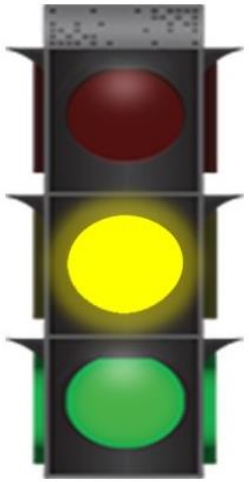
สรุปการกำหนดค่าในการวัดความผิดปกติของตัวแปรชี้นำ/ตัวแปรหุ่น

ตัวแปร	ส่งสัญญาณปกติ (สีเขียว)	ส่งสัญญาณเตือนระยะต้น (สีเหลือง)	ส่งสัญญาณเตือนระยะรุนแรง (สีแดง)
ดัชนีXX	X > 0	0 ≥ X ≤ -1	X < -1

แทนค่าด้วยเลข 0

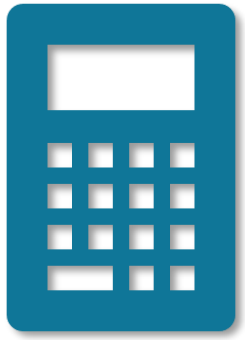


แทนค่าด้วยเลข 1



แทนค่าด้วยเลข 2

ขั้นตอนที่ 4: คำนวณหาระดับการเตือนภัยฯ จากตัวแปรชี้นำที่ผ่านการคัดเลือกทั้ง 8 ตัวแปร



1. คำนวณระดับการเตือนภัยเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการคำนวณหาระดับการเตือนภัยฯ

- ขจัดปัจจัยทางฤดูกาล (Seasonal Adjust)
- ปรับค่าข้อมูลด้วยวิธีการ HP Filter
- คำนวณหาค่ามาตรฐานของตัวแปรทั้งหมด (Normalization)
- เปรียบเทียบค่าในการวัดความปกติ/ผิดปกติของตัวแปร เพื่อกำหนดระดับการส่งสัญญาณเตือนภัยฯ

หมายเหตุ: การคำนวณเพื่อหาระดับการเตือนภัยฯ จะใช้การคำนวณโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเป็นหลัก อาทิ Eviews และ Excel

แนวคิดการคำนวณระดับการเตือนภัยฯ มี 3 วิธี

แนวคิดการเตือนภัยฯ โดยให้ทุกตัวแปรมีน้ำหนักที่เท่ากันหรือค่าเฉลี่ย (Average EWS.)

เฉลี่ยจากระดับการเตือนภัยฯ (0, 1, 2)

แนวคิดการเตือนภัยฯ โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐาน (Average Normalization)

Composite Leading Indicators: CLI

แนวคิดการเตือนภัยฯ โดยถ่วงน้ำหนัก ระดับการเตือนภัยแต่ละตัวแปรที่ไม่เท่ากัน (Weight)

น้ำหนักมาจากระดับความสัมพันธ์ที่แต่ละตัวแปรมีต่อตัวแปรอ้างอิง

ค่าของระบบเตือนภัยฯ	การส่งสัญญาณเตือนภัยฯ
0	ส่งสัญญาณปกติ (สีเขียว)
1	ส่งสัญญาณเตือนระยะต้น (สีเหลือง)
2	ส่งสัญญาณเตือนภัยระยะรุนแรง (สีแดง)

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพของระบบเตือนภัยฯ

- การทดสอบด้วยร้อยละของความแม่นยำในการเตือนภัย

$$\text{Percentage Correct} = \frac{A+D}{A+B+C+D}$$

ต้อง > 80.0%

- การทดสอบด้วยค่า Noise to Signal Ratio (N-S Ratio)

$$N - S\ Ratio = \frac{(B/(B+D)}{(A/(A+C)}$$

การส่งสัญญาณเตือนของระบบ	การส่งสัญญาณเตือนของตัวแปรอ้างอิง	
	ผิดปกติ (เหลือง/แดง)	ปกติ (เขียว)
เตือนภัย (เหลือง/แดง)	A (1,2 / 1,2) ดี	B (0 / 1,2) ไม่ดี
ไม่ส่งสัญญาณเตือนภัย (เขียว)	C (1,2 / 0) ไม่ดี	D (0 / 0) ดี

- การทดสอบความผิดพลาดในการเตือนภัย

$$\text{Type I Error} = \frac{C}{A+C}$$

→ “ระบบไม่ส่งสัญญาณเตือน” แต่เศรษฐกิจ “มีความผิดปกติ”

$$\text{Type II Error} = \frac{B}{B+D}$$

→ “ระบบส่งสัญญาณเตือน” แต่เศรษฐกิจ “ไม่มีความผิดปกติ”

*ข้อสังเกต: หากเกิดกรณี Type I Error “ระบบไม่ส่งสัญญาณตือน” แต่เศรษฐกิจ “มีความผิดปกติ” จะสร้างความเสียหายให้มากกว่าเกิดกรณี Type II Error ที่ “ระบบส่งสัญญาณตือน” แต่เศรษฐกิจ “ไม่มีความผิดปกติ”

ผลการทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพตามแนวคิดการเตือนภัยฯ โดยให้ทุกตัวแปรมีน้ำหนักที่เท่ากันหรือค่าเฉลี่ย (Average EWS.)

รูปแบบการทดสอบ	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6
Type I Error	0.03	0.03	0.03	0.05	0.09	0.13	0.16
Type II Error	0.33	0.31	0.29	0.30	0.36	0.41	0.46
Percentage Correct (%)	85.19	85.19	85.19	83.33	77.78	73.15	68.52
N-S Ratio	0.30	0.30	0.30	0.31	0.40	0.47	0.55

ผลการทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพตามแนวคิดการเตือนภัยฯ โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐาน (Average Normalization)

รูปแบบการทดสอบ	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6
Type I Error	0.11	0.08	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17
Type II Error	0.28	0.21	0.20	0.20	0.23	0.28	0.33
Percentage Correct (%)	82.41	86.11	87.04	85.19	81.48	76.85	72.22
N-S Ratio	0.31	0.23	0.21	0.22	0.26	0.33	0.40

ผลการทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพตามแนวคิดการเตือนภัยฯ โดยถ่วงน้ำหนักระดับการเตือนภัยแต่ละตัวแปรที่ไม่เท่ากัน (Weight)

รูปแบบการทดสอบ	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6
Type I Error	0.15	0.17	0.18	0.20	0.23	0.25	0.27
Type II Error	0.47	0.48	0.49	0.50	0.54	0.56	0.59
Percentage Correct (%)	72.22	70.37	68.52	66.67	62.96	60.19	57.41
N-S Ratio	0.55	0.57	0.60	0.63	0.70	0.75	0.81

เปรียบเทียบความแม่นยำและประสิทธิภาพของระบบเตือนภัยฯ เดิม กับระบบ ใหม่

"ระบบไม่ส่งสัญญาณเตือน" แต่เศรษฐกิจ "มีความผิดปกติ" — ระบบใหม่: มีปัญหาน้อยกว่า

"ระบบส่งสัญญาณเตือน" แต่เศรษฐกิจ "ไม่มีความผิดปกติ" — ระบบใหม่: มีปัญหาน้อยกว่า

การทดสอบด้วยร้อยละของความแม่นยำในการเตือนภัย — ระบบใหม่: มีความแม่นยำสูงกว่า

การทดสอบด้วยร้อยละของความแม่นยำในการเตือนภัย — ระบบใหม่: มีสัดส่วนช่องสัญญาณไม่ดี/สัญญาณดี น้อยกว่า

ความยาวของช่วงเวลาการเตือนภัย — ระบบใหม่: มีช่วงการเตือนภัยล่วงหน้าได้ยาวกว่า โดยเตือนภัยล่วงหน้าได้ 2-3 เดือน

ผลการทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพของระบบเตือนภัยฯ **เดิม**

รูปแบบการทดสอบ	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6
Type I Error	0.09	0.17	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17
Type II Error	0.56	0.52	0.49	0.48	0.49	0.49	0.49
Percentage Correct (%)	72.22	68.52	70.37	70.37	68.52	67.59	66.67
N-S Ratio	0.61	0.63	0.58	0.56	0.59	0.59	0.59

ผลการทดสอบความแม่นยำและประสิทธิภาพของระบบเตือนภัยฯ **ใหม่**

รูปแบบการทดสอบ	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6
Type I Error	0.03	0.03	0.03	0.05	0.09	0.13	0.16
Type II Error	0.33	0.31	0.29	0.30	0.36	0.41	0.46
Percentage Correct (%)	85.19	85.19	85.19	83.33	77.78	73.15	68.52
N-S Ratio	0.30	0.30	0.30	0.31	0.40	0.47	0.55

แนวคิดการจัดทำระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

	กลุ่ม Non-Parametric Approach	กลุ่ม Parametric Approach
ข้อดี	• ใช้งานง่าย เนื่องจากระบบการประมวลผลไม่มีความซับซ้อน • สามารถใช้กับข้อมูลที่มีความเร็ว (High frequency data) เพื่อเป็นเครื่องมือบ่งชี้ความเปราะบางในระบบเศรษฐกิจได้ดี	• ช่วยแก้ไขข้อจำกัดของโมลเดล Non-Parametric ได้ • มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ร่วมกัน ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการเตือนภัยล่วงหน้า • สามารถประเมินโอกาสที่จะเกิดวิกฤตได้ • สามารถทดสอบค่าความเชื่อมั่นของโอกาสที่จะเกิดวิกฤตได้
ข้อเสีย	• ระบบวิเคราะห์ดัชนีชี้นำฯ เป็นแบบแยกส่วน (ตัวใครตัวมัน) อาจจะทำให้สูญเสียความแม่นยำในการส่งสัญญาณในภาพรวม • ระบบนี้จะส่งสัญญาณก็ต่อเมื่อวิกฤตนั้นๆ เป็นแบบ Extreme Events	• แบบจำลองที่เลือกใช้ในโมเดลนี้ แสดงความสัมพันธ์ที่มิใช่เชิงเส้นตรง ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ อาจก่อให้เกิดปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง ทำให้ไม่สามารถอธิบายโอกาสในการเกิดวิกฤตได้ชัดเจน (Glick และ Hutchison, 2011)

(อ้างอิง: ทิพวรรณ ทนนกลิ่น, ธนาคารแห่งประเทศไทย 2557)

บทสรุป/ข้อสังเกตของระบบเตือนภัยทางเศรษฐกิจ (EWS)

สรุป: ระบบเตือนภัยล่วงหน้า ไม่ว่าจะใช้แบบจำลองใดก็ตาม ล้วนมีข้อจำกัดทั้งสิ้น โดยไม่มีแบบจำลองใดที่สมบูรณ์แบบ 100%

ดังนั้น ผู้จัดทำ EWS จึงมีความจำเป็นที่จะต้องประเมินและปรับปรุงระบบ รวมถึงทดสอบปัจจัยหรือตัวแปรใหม่ๆ อย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากไม่มีหลักประกันว่า EWS ที่ใช้อยู่จะสามารถส่งสัญญาณเตือนภัยได้แม่นยำตลอดไป

นอกจากนี้ ในส่วนของผู้ดำเนินนโยบายหรือผู้ที่นำ EWS ไปใช้ ควรสนใจและติดตามปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจเป็นพิเศษ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจดำเนินนโยบายทางเศรษฐกิจที่ครอบคลุมภาพรวมทั้งหมดของระบบเศรษฐกิจนั้นๆ

- **การเชื่อมโยงการผลิต การค้า และการลงทุน มีมากขึ้นและซับซ้อนกว่าในอดีต:** ส่งผลต่อปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วกว่าในอดีต จึงเป็นที่มาของคำถามที่ว่า “ระบบ EWS” ทำนายได้แม่นยำและทันต่อสถานการณ์หรือไม่”

- **การลดลงของประสิทธิภาพในการเตือนภัย:** จากคำวิจารณ์ของ Lucas ได้กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพของดัชนีชี้นำอาจลดลงจาก **“พฤติกรรมและการคาดการณ์ของคน”** ในการตอบสนองต่อสัญญาณเตือนภัยที่เปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ โดยทั่วไปผู้กำหนดนโยบายและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง มักตอบสนองต่อสัญญาณเตือนภัยที่มีออกมา ด้วยการกำหนดมาตรการหรือนโยบาย เพื่อป้องกันและลดระดับการเกิดวิกฤต ซึ่งถ้าเป็นไปตามนี้ **จะส่งผลให้ความสามารถในการพยากรณ์วิกฤตค่อยๆ ลดลง** (Ito และ Orii, 2009)

(ทิพวรรณ ทนนกลิ่น, 2557)

บรรณานุกรม

ธนาคารแห่งประเทศไทย (2562). **ตราสัญญาลักษณ์ประจำธนาคารแห่งประเทศไทย**: ธนาคารแห่งประเทศไทย. เข้าถึงจาก https://www.bot.or.th/Thai/Pages/default.aspx (สืบค้นเมื่อ: 10 เมษายน 2562)

วิกิพีเดีย (2557). **ตราสัญญาลักษณ์ประจำกระทรวงพาณิชย์** : ธนาคารแห่งประเทศไทย. เข้าถึงจาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%A5%E0%B9%8C:Webportal16200038539.png (สืบค้นเมื่อ: 10 เมษายน 2562)

ทิพวรรณ ทนนกลิ่น (2557). **FAQ Focused and Quick Issue 87 April 24, 2014 ความสามารถของระบบเตือนภัยทางการเงินกับความท้าทายในอนาคต**: ธนาคารแห่งประเทศไทย. เข้าถึงจาก file:///C:/Users/mahapol/Desktop/มกราคม62/เตือนภัย/EWS%20ธปท.pdf (สืบค้นเมื่อ: 10 เมษายน 2562)

คณะทำงานจัดทำความรูระบบเตือนภัยอุตสาหกรรมยานยนต สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2554). **คูมือองคความรูระบบเตือนภัยอุตสาหกรรมยานยนต โดยเนนความรูในขั้นตอนการออกแบบระบบเตือนภัยอุตสาหกรรม:** สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. เข้าถึงจาก http://kpmax.com/webkm/uploads/files/manual/file_20180321121740.pdf (สืบค้นเมื่อ: 12 เมษายน 2562)

สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2558). **คู่มือการจัดทำระบบเตือนภัยอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล ประจำปีงบประมาณ 2558:** สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. เข้าถึงจาก http://miu.isit.or.th/box/Download/153.pdf (สืบค้นเมื่อ: 12 เมษายน 2562)