

แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์การระบาดของโควิด-19

MATHEMATICAL MODEL FOR FORCASTING COVID-19 PANDEMIC



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์การระบาดของโควิด-19

MATHEMATICAL MODEL FOR FORCASTING COVID-19 PANDEMIC



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

MATHEMATICAL MODEL FOR FORCASTING COVID-19 PANDEMIC



Jiratchaya Chaiyamart

Pacharee Chitkong

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาโทปีการศึกษา 2563
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์การระบาดของโควิด-19
MATHEMATICAL MODEL FOR FORCASTING COVID-19 PANDEMIC

ผู้จัดทำ

1. นางสาว จิรัชยา ไชยมาตร รหัสประจำตัว 60010147
2. นางสาว ปาจารย์ จิตคง รหัสประจำตัว 60010604




อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์สยาม สงวนรัมย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการพยากรณ์การระบาดของโควิด-19

นางสาวจิรัชยา ไชยมาตร 60010147

นางสาวปาจริย์ จิตคง 60010604

อาจารย์สยาม สงวนรัมย์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันประชากร 193 ประเทศทั่วโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการเกิดโรคระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 และยังไม่สามารถจัดการกับเชื้อไวรัสชนิดนี้ให้หายขาดได้ ทำให้อัตราการเสียชีวิตของผู้ที่ติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ยังคงสูงขึ้น ถ้าต้องการคาดการณ์ความเป็นไปของอัตราการเพิ่มและลดของประชากรจากการติดเชื้อไวรัสโควิด-19 นี้ในแต่ละประเทศ การมีแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดเอสไออาร์ (SIR Model) จึงมีประโยชน์ต่อการคาดการณ์ วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเชื้อไวรัสโควิด-19 ที่กำลังระบาดอยู่ ณ ขณะนี้ การใช้คณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่อง แบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์ มาใช้พิจารณาจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อใช้ในการจำลองการเพิ่มและลดจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ด้วยระบบสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่งจำนวนสองสมการและเงื่อนไขเริ่มต้นที่ประยุกต์มาจากการเคลื่อนที่ไม่นั่นนอน (Erratic motion) ในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม วิทยานิพนธ์เล่มนี้มุ่งเน้นไปทางการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด แบบจำลองเอสไออาร์แยกประชากรเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเสี่ยง, กลุ่มผู้ติดเชื้อ และกลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้ว โดยมีเงื่อนไขว่ากลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้วจะไม่กลับมาป่วยอีกเนื่องจากร่างกายได้มีการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา และแบบจำลองเอสไออาร์พลัส (SIR Plus Model) ที่ประยุกต์มาจากแบบจำลองเอสไออาร์ ในแบบจำลองนี้มีการแยกประชากรออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มเสี่ยง, กลุ่มผู้ติดเชื้อแบบแสดงอาการ, กลุ่มผู้ติดเชื้อแบบไม่แสดงอาการ, กลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้ว และกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการป่วย โดยมีเงื่อนไขเช่นเดียวกับแบบจำลองเอสไออาร์ ซึ่งในแบบจำลองเอสไออาร์พลัสนั้นแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ แบบจำลองเอสไออาร์พลัสแบบเงื่อนไขเริ่มต้นเดียว และแบบจำลองเอสไออาร์พลัสแบบหลายเงื่อนไขเริ่มต้น โดยเงื่อนไขเริ่มต้นนั้นกำหนดมาจากมาตรการการป้องกัน 4 ระยะของแต่ละประเทศ คือระยะแรก ทางการของแต่ละประเทศยังไม่มีมาตรการการป้องกันในการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ระยะที่สอง มีการประกาศปิดพื้นที่บางส่วนภายในประเทศ ระยะที่สาม มีการประกาศปิดทุกพื้นที่ของประเทศ และระยะที่สี่ ใช้มาตรการล็อกดาวน์ภายในประเทศ โดยทำการสุ่มตัวอย่างประเทศมาวิเคราะห์ 4 ประเทศ คือ ประเทศอินเดีย, ประเทศญี่ปุ่น, ประเทศเยอรมนี และประเทศไทย โดยเมื่อนำข้อมูลจากเงื่อนไขเริ่มต้นเปลี่ยนมาเป็นแบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์และเอสไออาร์พลัส พบว่าผลลัพธ์ของแบบจำลองที่มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยมากที่สุดคือแบบจำลองเอสไออาร์ แบบจำลองเอสไออาร์พลัสแบบเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวและแบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้น ตามลำดับ โดยประเทศอินเดียมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแบบจำลองเอสไออาร์เท่ากับ 2395.909 แบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวเท่ากับ 1753.524 และ

เอกสารนี้เป็นแบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นเท่ากับ 1473.495 ประเทศญี่ปุ่นมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแบบจำลองเอสไออาร์เท่ากับ 333.621 แบบจำลองเอสไออาร์พลัส

เงื่อนไขเริ่มต้นเดียวเท่ากับ 323.262 และแบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นเท่ากับ 290.296 ประเทศเยอรมนีมีค่าราคาที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแบบจำลองเอสไออาร์เท่ากับ 2867.169 แบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวเท่ากับ 1894.563 และแบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นเท่ากับ 1272.950 และประเทศไทยมีค่าราคาที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแบบจำลองเอสไออาร์เท่ากับ 168.167 แบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวเท่ากับ 108.749 และแบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นเท่ากับ 62.066 ดังนั้นแบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นจึงเป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนยอดผู้ติดเชื้อในอนาคตได้ดีกว่าแบบจำลองเอสไออาร์และแบบจำลองเอสไออาร์เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

MATHEMATICAL MODEL FOR FORCASTING COVID-19 PANDEMIC

Jiratchaya	Chaiyamart	60010147
Pacharee	Chitkong	60010604
Mr.Sayam	Saguanrum	Advisor
Year 2020		

ABSTRACT

Currently, population 193 countries around the world are experiencing the covid-19 pandemic and are possible to cure this pathogen. As a result, the mortality rate of people infected with COVID-19 continues to increase. If want to predict the likelihood of population increases and decreases from COVID-19 infection in each country. This thesis gives an understanding of the COVID-19 virus. That is currently spreading. Having an epidemic mathematical model is useful for making predictions. The use of engineering mathematics about The SIR model was used to consider the hypotheses for simulate the increase and decrease in the number of infected with COVID-19 with a system of first order of two differential equations with initial conditions applied from erratic motion in Engineering Mechanics. This thesis focuses on the modeling of epidemic mathematics. The SIR model is divided into 3 types susceptible, infected and recovered and is conditional that the recovered will not return to illness the body has been immunized. And the SIR Plus model applied from the SIR model. This model is divided into 5 types susceptible, symptomatic infections, asymmetrical infections, recovered and deaths With the same conditions as the SIR model. The SIR Plus model is into 2 cases the SIR Plus model with single-condition and fourth-condition. The initial conditions are based on four phases of protection measures for each country. The first phase of each country has not yet announced measures to prevent the spread of COVID-19. The second phase announced the closure of some areas within the country. The third phase was announced to close all areas of the country, and the fourth phase implemented a domestic lockdown. The sampling of the 4 countries was analyzed India, Japan, Germany and Thailand. When the data from the initial conditions is changed to SIR and SIR Plus model. It found the result of the most Root Mean Square Error was the SIR model, the SIR Plus model with single-condition and fourth-condition, respectively. India has the Root Mean Square Error of SIR model is 2395.909, the SIR Plus model with single-condition is 1753.524 and the SIR Plus model with fourth-condition is 1473.495, Japan has the Root Mean Square Error of SIR model is 333.621, the SIR Plus model with

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

single-condition is 323.262 and the SIR Plus model with fourth-condition is 290.296, Germany has the Root Mean Square Error of SIR model is 2867.169, the SIR Plus model with single-condition is 1894.563 and the SIR Plus model with fourth-condition is 1272.950 and Thailand has the Root Mean Square Error of SIR model is 168.167, the SIR Plus model with single-condition is 108.749 and the SIR Plus model with fourth-condition is 62.066. Therefore, the SIR Plus model with fourth-condition is a model that can be used to better predict the number of future infections than the SIR model and the SIR Plus model with single-condition.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์สยาม สงวนรัมย์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ ดร.บำรุง พ่วงเกิด ที่ชี้แนะนำหัวข้อ แนวทางการศึกษา และคอยสนับสนุนข้อมูลต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ และความอนุเคราะห์ด้านอื่น ๆ อีกหลายประการด้วยดีเสมอมา จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ภรณ์เพ็ญ ลภีรัตนากุล ดร.ณัฐวุฒิ เรืองตระกูล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัตวิภา เจียรระโนวชิระ ที่ให้เกียรติสละเวลาเพื่อสอบวิทยานิพนธ์นี้ และได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ซึ่งช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นายคณพศ ไชยมณีกร ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรมแมทมาทิกา และความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่สนับสนุนการศึกษา ให้การสนับสนุนทางด้านกำลังใจ คำปรึกษา และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

นางสาวจิรัชยา ไชยมาตร
นางสาวปาจรรย์ จิตคง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	1
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
1.6 สมมติฐานของงานวิจัย	2
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การสร้างแบบจำลองเอสไออาร์ประมาณค่าสำหรับการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในประเทศคูเวต	4
2.2 แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไปของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19	5
2.3 แบบจำลองเอสไออาร์สำหรับการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในชุมชนต่าง ๆ	9
2.4 การสร้างและใช้แบบจำลองเอสไออาร์การระบาดของโรคโควิด-19 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของมาตรการล็อกดาวน์	11
2.5 แบบจำลองโรคระบาดเบื้องต้น โดยแบบจำลองเอสไออาร์ที่กำหนดขึ้นเทียบกับข้อมูลการระบาดของโรคโควิด-19 ในไทย	12
2.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะของแบบจำลองเอสไออาร์และการประยุกต์ใช้กับโรคโควิด-19	15
2.7 แบบจำลองเอสไออาร์ที่อธิบายแนวโน้มที่ต่อเนื่องของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19	16
2.8 การเปลี่ยนแปลงในโรงพยาบาลของโรคโควิด-19 จากการระบาดรอบแรกโดยการสร้างแบบจำลองเอสไออาร์ เปรียบเทียบกับข้อมูลของ เบลเยียม ฝรั่งเศส อิตาลี สวิตเซอร์แลนด์ และนิวยอร์ก	18
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	24
3.1 สายพันธุ์ของไวรัสโคโรนา	24
3.2 แบบจำลองเอสไออาร์	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3 แบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์พลัส	30
บทที่ 4 แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด	34
4.1 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศอินเดีย	35
4.2 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศญี่ปุ่น	39
4.3 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศเยอรมนี	43
4.4 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศไทย	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	51
5.1 สรุปผลการวิจัย	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
ภาคผนวก	66
บรรณานุกรม	87



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแผนการดำเนินงาน	2
2.1 ค่าที่เหมาะสม (95 % CI) ของเวลาสองเท่า (t_d) ในการเพิ่มขึ้นของเฟส ประสิทธิภาพของการล็อกดาวน์ (τ, τ') เวลาที่ใช้ในการรักษาตัวในโรงพยาบาล (t_{TH}, t_{CU}) และสัมประสิทธิ์ p เวลาลักษณะเฉพาะของระยะเวลา Γ^{-1} ที่ลดลงของการระบาดของโรคเป็นค่าคงที่ของแต่ละพื้นที่ เวลาที่แสดงในหน่วยวัน	23
4.1 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดประเทศอินเดีย	35
4.2 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดประเทศญี่ปุ่น	39
4.3 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดประเทศเยอรมนี	43
4.4 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดประเทศไทย	47
5.1 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศอินเดีย	51
5.2 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศญี่ปุ่น	55
5.3 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศเยอรมนี	59
5.4 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศไทย	61
5.5 ตารางแสดงค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากข้อมูลจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ (คน) จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)	64
ภาคผนวก (ก) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรคโควิด 19 ประเทศอินเดีย	67
ภาคผนวก (ข) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรคโควิด 19 ประเทศญี่ปุ่น	72
ภาคผนวก (ค) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรคโควิด 19 ประเทศเยอรมนี	77
ภาคผนวก (ง) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรคโควิด 19 ประเทศไทย	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การเปรียบเทียบกรณีการติดเชื้อที่ได้รับการยืนยันสะสมกับค่า R_0 โดยประมาณสำหรับค่าต่าง ๆ	5
2.2	แผนภาพของแบบจำลองเอสไออาร์แบบคลาสสิก	6
2.3	แผนภาพของแบบจำลอง GSIR ที่นำเสนอ	7
2.4	รูปแบบกราฟ (ก) (ข) และ (ค) ที่ได้จากแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป	8
2.5	ประเทศจีน : การคาดการณ์แบบจำลองในช่วงวันที่ 22 มกราคมถึง 9 สิงหาคม ปี 2020	11
2.6	แบบจำลองการสร้างภูมิคุ้มกันล่าสุดที่มีมาตรการล็อกดาวน์และไม่มีมาตรการล็อกดาวน์ของโรคโควิด-19	12
2.7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับวันที่ตั้งแต่ 1 มีนาคม ถึง 2 พฤษภาคม 2563	14
2.8	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับวันที่ตั้งแต่ 1 มีนาคม ถึง 2 พฤษภาคม 2563 กับกราฟฮิสโตแกรมของจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับวันที่ตั้งแต่ 1 มีนาคม ถึง 2 พฤษภาคม 2563	14
2.9	แนวโน้มผู้ติดเชื้อ $I(R)$ เนื่องจากสูตร $I = N - R - (N - M)e^{\{-\frac{\alpha R}{\beta}\}}$ ที่มีข้อมูลสำหรับ (ก) เมืองหุเป่ย์ ประเทศจีน และ (ข) อิตาลี	15
2.10	แนวโน้มผู้ติดเชื้อ $I(R)$ เนื่องจากสูตร $I = N - R - (N - M)e^{\{-\frac{\alpha R}{\beta}\}}$ ที่มีข้อมูลสำหรับ (ก) เมืองมอสโก ประเทศรัสเซีย และ (ข) ออสเตรเลีย	16
2.11	(ก) กราฟแสดงการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตรายวันในอิตาลี (ข) แสดงการคาดการณ์จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมใน 14 วันต่อประชากร 100,000 คนในอิตาลี	17
2.12	จำนวนเตียงที่ใช้งานได้ตามเวลาในการรักษาตัวในโรงพยาบาลทั่วไป	21
2.13	จำนวนเตียงที่ใช้งานได้ตามเวลาในการรักษาตัวห้องไอซียูจุดคือข้อมูลจริงที่ได้รับการยืนยัน	22
3.1	แผนภาพแบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์	25
3.2	สนามความชันของ $\frac{dI}{ds} = \frac{192}{s} - 1$	28
3.3	แสดงทราเจกทอรีที่เริ่มต้นจากจุด (762,1)	29
3.4	ผลเฉลยของระบบสมการเชิงอนุพันธ์แบบจำลองเอสไออาร์	29
3.5	แผนภาพแบบจำลองเอสไออาร์พลัส	30
4.1	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลจริงของประเทศอินเดีย	36
4.2	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวเทียบกับข้อมูลจริงของประเทศอินเดีย	37
4.3	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นของประเทศอินเดีย	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลจริงของประเทศญี่ปุ่น	40
4.5	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวในการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลจริงของประเทศญี่ปุ่น	41
4.6	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นของประเทศญี่ปุ่น	42
4.7	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลจริงของประเทศเยอรมนี	44
4.8	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวในการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลจริงของประเทศเยอรมนี	45
4.9	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นของประเทศเยอรมนี	46
4.10	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลจริงของประเทศไทย	48
4.11	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียวในการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลจริงของประเทศไทย	49
4.12	แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้นของประเทศไทย	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคโควิด-19 คือโรคติดต่อซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ที่อุบัติขึ้นใหม่ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ 7 ของไวรัส และโรคอุบัติใหม่นี้ยังไม่เป็นที่รู้จักก่อนที่จะมีการตรวจพบได้ในเมืองอู่ฮั่น สาธารณรัฐประชาชนจีน เมื่อเดือนธันวาคมปีพุทธศักราช 2562 และเนื่องจากยังไม่เคยรับมือกับไวรัสชนิดนี้มาก่อน ส่งผลให้ในขณะนี้โรคโควิด-19 ได้มีการระบาดใหญ่ไปยัง 193 ประเทศทั่วโลก มีผู้ติดเชื้อกว่า 150,000,000 คน และผู้เสียชีวิตกว่า 3,000,000 คน (ข้อมูลจากองค์การอนามัยโลก ณ วันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2564)

งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดมาใช้พิจารณาจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อใช้ในการจำลองการเพิ่มและลดจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ด้วยระบบสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่งจำนวนสองสมการ ด้วยเงื่อนไขเริ่มต้นที่ประยุกต์มาจากการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน (Erratic motion) ในวิชากลศาสตร์วิศวกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อทำนายค่าในอนาคตของยอดผู้ติดเชื้อจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาและวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ประยุกต์จากแบบจำลองเอสไออาร์ เพื่อทำนายยอดผู้ติดเชื้อจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 เก็บรวบรวมข้อมูลผู้ติดเชื้อสะสม ผู้ติดเชื้อรายวัน ผู้ป่วยที่ยังรักษาอยู่ ผู้เสียชีวิตสะสม ผู้เสียชีวิตรายวันและผู้รักษาหายแล้วของประเทศที่ทำการศึกษา

1.4.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโรคโควิด-19

1.4.3 ศึกษาแบบจำลองเอสไออาร์

1.4.4 ดำเนินการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ประยุกต์จากแบบจำลองเอสไออาร์ จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้

1.4.5 นำแบบจำลองที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อทำนายยอดผู้ติดเชื้อของแต่ละประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนสำหรับงานวิจัย	ภาคเรียนที่ 1					ภาคเรียนที่ 2				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง										
2.ศึกษาเกี่ยวกับราคาพืชผลทางการเกษตร										
3.ศึกษาเกี่ยวกับอนุกรมฟูเรียร์										
4.ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม Mathematica										
5.จัดทำรูปเล่มนำเสนอในภาคเรียนที่ 1										
6.ทบทวนจุดประสงค์ของวิจัย										
7.เก็บข้อมูลผู้ป่วยโรคโควิด-19										
8.ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโรคโควิด-19										
9.ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองโรคระบาด										
10.สร้างแบบจำลองโรคระบาด										
11.วิเคราะห์แบบจำลองโรคระบาด										
12.จัดทำรูปเล่มนำเสนอในภาคเรียนที่ 2										

1.6 สมมติฐานของงานวิจัย

1.6.1 แบบจำลองที่ได้จากข้อมูลยอดผู้ป่วยที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเมื่อนำมาเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้แบบจำลองเอสไออาร์ ที่สามารถทำนายค่าในอนาคตของยอดผู้ติดเชื้อที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของแต่ละประเทศ

1.7.2 สามารถทำนายช่วงเวลาที่มีการระบาดของโรคโควิด-19 หยุดการระบาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสร้างแบบจำลองเอสไออาร์ประมาณค่าสำหรับการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในประเทศคูเวต

มีการสร้างแบบจำลองเอสไออาร์ ในประเทศคูเวต เพื่อจำลองการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และทำนายค่าในอนาคตของการติดเชื้อและอัตราการการรักษาจนหายป่วย แบบจำลองเอสไออาร์ถือว่าประชากรทั้งหมด (N) คือการรวมกันของกลุ่มคน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเสี่ยง (S - Susceptible), กลุ่มผู้ติดเชื้อ (I - Infected) และกลุ่มที่รักษาหายแล้ว (R - Recovered) กลุ่มเสี่ยงคือประชากรที่มีสุขภาพดีแต่มีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อเนื่องจากการคลุกคลีกับกลุ่มผู้ติดเชื้อ กลุ่มผู้ติดเชื้อคือจำนวนประชากรที่ติดเชื้อ กลุ่มที่รักษาหายแล้วคือประชากรที่หาย และถือว่าได้รับภูมิคุ้มกันและประชากรผู้เสียชีวิตจากโรคโควิด-19 แบบจำลองเอสไออาร์ถือว่าประชากรทั้งหมดคงที่ แบบจำลองเอสไออาร์ถูกนำไปใช้เพื่อประเมินการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เพื่อป้องกันไม่ให้โรคโควิด-19 กลายเป็นโรคเฉพาะถิ่นจำเป็นต้องลดจำนวนการแพร่ระบาดขั้นพื้นฐานหรือค่า R_0 ให้มีค่าต่ำกว่าหนึ่ง การฉีดวัคซีนคือวิธีหนึ่งที่ทำได้ แบบจำลองเอสไออาร์มีค่าคงที่สำคัญสองตัวได้แก่ อัตราการติดเชื้อ a และอัตราการหายป่วย b และมีสมการเชิงอนุพันธ์สามสมการดังต่อไปนี้

$$\frac{dS}{dt} = -aSI \quad (2.1)$$

$$\frac{dI}{dt} = aSI - bI \quad (2.2)$$

$$\frac{dR}{dt} = bI \quad (2.3)$$

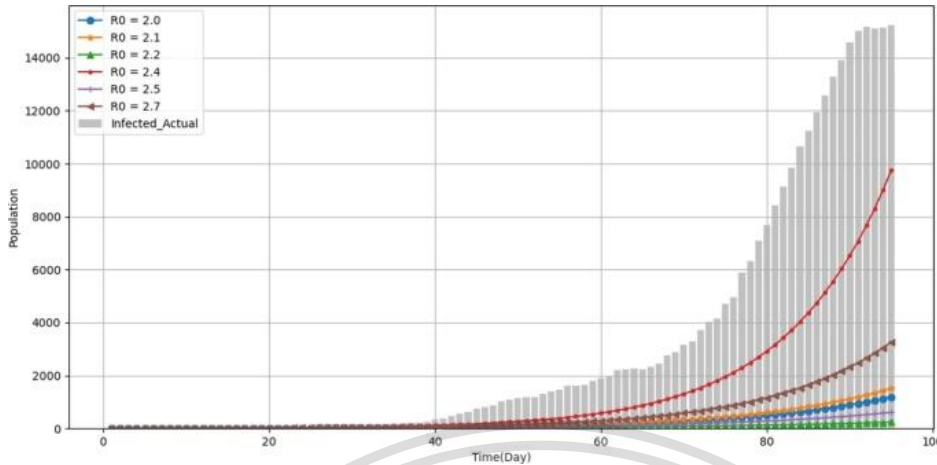
$$R_0 = \frac{a}{b} \quad (2.4)$$

ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเอสไออาร์ในรูปที่ 1 พบว่าการควบคุมโรคยังไม่ได้ผลเพราะอัตราส่วน R_0 ของสถานการณ์จริงยังสูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 การเปรียบเทียบกรณีการติดเชื้อที่ได้รับการยืนยันสะสมกับค่า R_0 โดยประมาณสำหรับค่าต่าง ๆ [12]

โดยแกนตั้งคือจำนวนประชากรผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนวัน ฮิสโตแกรมคือจำนวนผู้ติดเชื้อจริง เส้นสีน้ำเงินคือค่า $R_0 = 2.0$ เส้นสีส้มคือค่า $R_0 = 2.1$ เส้นสีเขียวคือค่า $R_0 = 2.2$ เส้นสีแดงคือค่า $R_0 = 2.4$ เส้นสีม่วงคือค่า $R_0 = 2.5$ เส้นสีแดงเข้มคือค่า $R_0 = 2.7$

2.2 แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไปของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

การศึกษานี้ได้พัฒนาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของการสร้างแบบจำลองเอสไออาร์ของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เป็นแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไปหรือจีเอสไออาร์ (Generalized SIR Model) ที่นำเสนอครอบคลุมคุณสมบัติที่แตกต่างกันมากมาย การศึกษานี้ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองเอสไออาร์และนำเสนอแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไปที่รวบรวมข้อมูลการระบาดของโรคโควิด-19 ที่มีอัตราการติดเชื้อที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ผลเฉลยของแบบจำลองเอสไออาร์แบบทั่วไปไม่ได้มาจากการกำหนดค่าคงที่สำคัญสองตัวเหมือนกับแบบจำลองเอสไออาร์ แต่ใช้ฟังก์ชันตัวแปรผันตามเวลาและนำเสนอผลเฉลยรูปแบบปิดของตัวแปรในระบบทั้งหมด ตัวแปรเหล่านี้เป็นการรวบรวมผลกระทบของการตัดสินใจเชิงนโยบายและการเว้นระยะห่างทางสังคม การล็อกดาวน์ การฉีดวัคซีนและมาตรการอื่น ๆ

แบบจำลองเอสไออาร์แบบคลาสสิกดังแสดงในรูปที่ 2 โดยกำหนดค่าเงื่อนไขเริ่มต้นดังต่อไปนี้

$$\frac{dS}{dt} = -aSI, S(0) = S_0 \geq 0 \quad (2.5)$$

$$\frac{dI}{dt} = aSI - bI, I(0) = I_0 \geq 0 \quad (2.6)$$

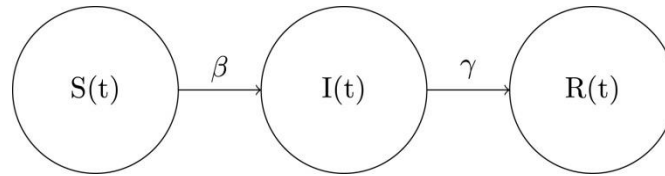
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\frac{dR}{dt} = bI, R(0) = R_0 \geq 0 \quad (2.7)$$

โดย S คือจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยง I คือจำนวนผู้ติดเชื้อ R คือจำนวนผู้ที่หายป่วยและผู้เสียชีวิต a คืออัตราการติดเชื้อ b คืออัตราการหายป่วย



รูปที่ 2.2 แผนภาพของแบบจำลองเอสไออาร์แบบคลาสสิก [14]

แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไปนำเสนอในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 จำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อเวลาผ่านไป กรณีที่รายงานในแต่ละวันเปลี่ยนแปลงไปตามมาตรการต่าง ๆ ที่รัฐบาลดำเนินการ ดังนั้นในแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไปจึงถือว่าแนวโน้มที่มีความกว้างและจุดสูงสุดที่แตกต่างกันเกิดขึ้นและหายไปเมื่อเวลาผ่านไป สมการต่อไปนี้แสดงจำนวนแนวโน้ม (P) ในแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป

$$\frac{dS}{dt} = -\sum_{i=1}^P aSI, S(0) = S_0 \geq 0 \quad (2.8)$$

$$\frac{dI}{dt} = \sum_{i=1}^P (aSI - bI - l_i), I(0) = I_0 \geq 0 \quad (2.9)$$

$$\frac{dR}{dt} = \sum_{i=1}^P (bI + l_i), R(0) = R_0 \geq 0 \quad (2.10)$$

l_i เป็นค่าคงที่

$$S(t) = -\sum_{i=1}^P S_i(t) \quad (2.11)$$

$$I(t) = -\sum_{i=1}^P I_i(t) \quad (2.12)$$

$$R(t) = -\sum_{i=1}^P R_i(t) \quad (2.13)$$

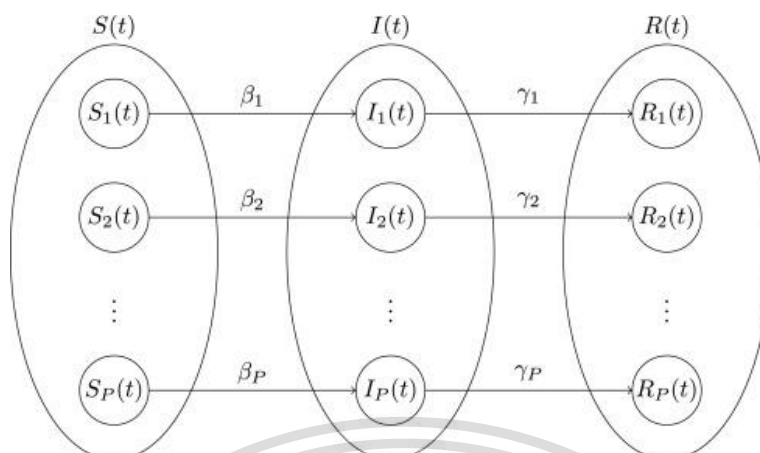
$$N(t) = -\sum_{i=1}^P N_i \quad (2.14)$$

N คือประชากรทั้งหมดซึ่งเป็นการรวมจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยง จำนวนผู้ติดเชื้อ จำนวนผู้ที่หายป่วยและผู้เสียชีวิตเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.3 แผนภาพของแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป [14]

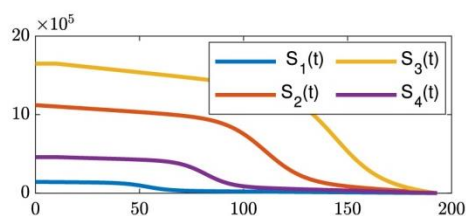
ซึ่งมีกลุ่มเสี่ยง (S) กลุ่มผู้ติดเชื้อ (I) และผู้ที่หายป่วยแล้ว (R) โดยแบ่งกลุ่มเสี่ยง กลุ่มผู้ติดเชื้อและผู้ที่หายป่วยแล้วออกเป็นกลุ่มย่อยซึ่งมีการใช้ตัวแปรในแต่ละกลุ่มย่อยที่แตกต่างกัน

แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไปสามารถใช้เพื่อค้นหาแบบจำลองที่เหมาะสมหรือคาดการณ์สำหรับการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยใช้ข้อมูลของประเทศต่าง ๆ ได้แก่ อินเดีย บราซิล และสหรัฐอเมริกา

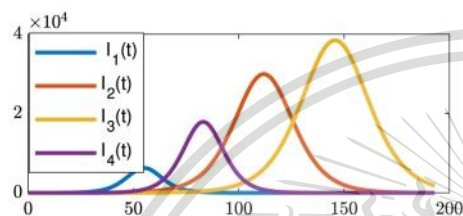
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

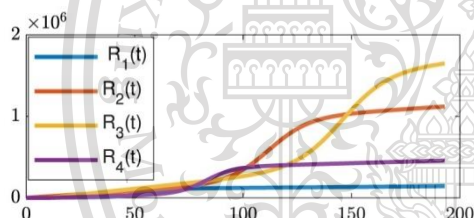
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก) กราฟแสดงแนวโน้มจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยงซึ่งเป็น 4 กลุ่มตามสีน้ำเงิน แดง เหลือง ม่วง แกนตั้งคือจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยง แกนนอนคือจำนวนวัน



(ข) กราฟแสดงแนวโน้มจำนวนผู้ติดเชื้อซึ่งเป็น 4 กลุ่มตามสีน้ำเงิน แดง เหลือง ม่วง แกนตั้งคือจำนวนประชากรผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนวัน



(ค) กราฟแสดงแนวโน้มจำนวนผู้ที่หายป่วยรวมทั้งผู้เสียชีวิตซึ่งเป็น 4 กลุ่มตามสีน้ำเงิน แดง เหลือง ม่วง แกนตั้งคือจำนวนผู้ที่หายป่วยรวมทั้งผู้เสียชีวิต แกนนอนคือจำนวนวัน

รูปที่ 2.4 รูปแบบกราฟ (ก) (ข) และ (ค) ที่ได้จากแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 แบบจำลองเอสไออาร์สำหรับการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในชุมชนต่าง ๆ

ศึกษาประสิทธิภาพของแนวทางการสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และพัฒนาแบบจำลองเอสไออาร์เพื่อตรวจสอบการแพร่กระจายภายในประเทศจีน เกาหลีใต้ อินเดีย ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา อิตาลี และมลรัฐแท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจำนวนประชากรทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงตลอด ไม่ได้มีค่าคงที่จึงทำให้จำนวนกลุ่มเสี่ยงไม่มีจำนวนลดลง แบบจำลองเอสไออาร์นี้ได้รับการออกแบบเพื่อจัดความซับซ้อนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการแบบเรียลไทม์ของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยแบ่งประชากรเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเสี่ยง (S) กลุ่มผู้ติดเชื้อ (I) และกลุ่มที่หายป่วยแล้ว (R)

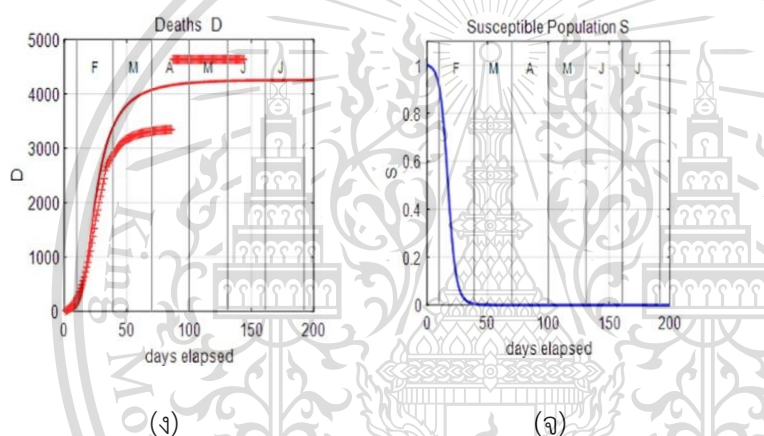
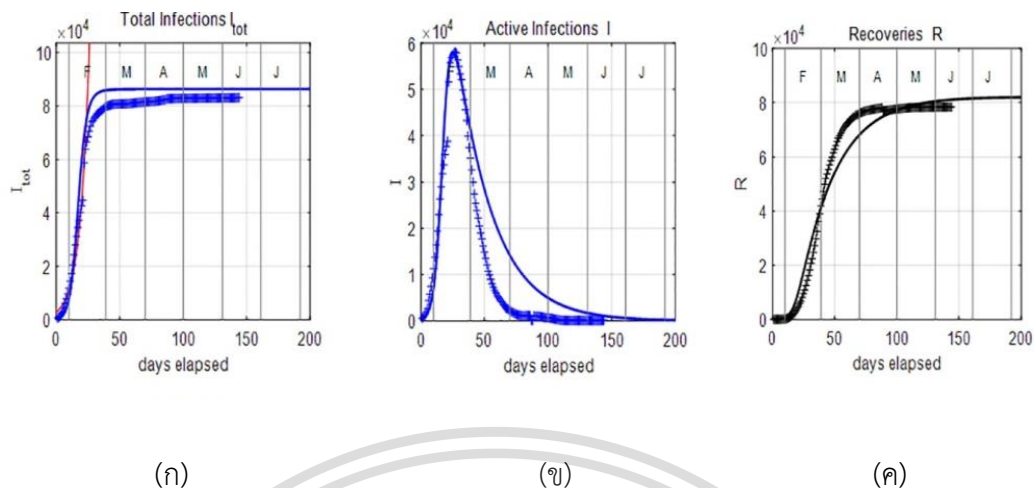
สังเกตได้ว่าในหลายชุมชนอาจมีจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งส่งผลให้ประชากรกลุ่มเสี่ยงที่บันทึกไว้ในชุดข้อมูลมีจำนวนเท่าใดในระลอกสองของการติดเชื้อ ในการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ดังกล่าวของกลุ่มเสี่ยงในแบบจำลองเอสไออาร์ ค่า S สามารถรีเซ็ตให้เป็น S_{surge} ได้ทุกเมื่อที่มีจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วดังนั้นจึงสามารถรองรับจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้หลายครั้งหากบันทึกไว้ในข้อมูล การวิเคราะห์แบบนี้จึงเป็นสิ่งที่แตกต่างจากแบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างแบบจำลองการแพร่กระจายของโรคโควิด-19 โดยแบบจำลองเอสไออาร์ สามารถช่วยประเมินผลกระทบของโรคโดยมีการคาดการณ์ค่าในอนาคตโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมิถุนายนปี 2020 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มิข้อมูลก่อนและระหว่างการดำเนินการตามมาตรการที่เข้มงวดและการควบคุม จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่บันทึกไว้กับข้อมูลจากแบบจำลองเอสไออาร์ สรุปได้ว่าการแพร่กระจายของโรคโควิด-19 สามารถอยู่ภายใต้การควบคุมในทุกประเทศที่ศึกษา หากมีการใช้ข้อจำกัดที่เหมาะสมและนโยบายที่เข้มแข็งเพื่อควบคุมอัตราการติดเชื้อตั้งแต่นั้น ๆ จากการแพร่กระจายของโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก) กราฟแสดงแนวโน้มผู้ติดเชื้อสะสม แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป เส้นทึบสีน้ำเงินคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป จุดบวกลูกท่อนเนื่องกันคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ที่มีการประยุกต์

(ข) กราฟแสดงแนวโน้มผู้ติดเชื้อรายวัน แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป เส้นตรงสีน้ำเงินคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป จุดบวกลูกท่อนเนื่องกันคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ที่มีการประยุกต์

(ค) กราฟแสดงแนวโน้มผู้ที่หายป่วย แกนตั้งคือจำนวนผู้ที่หายป่วย แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป เส้นตรงสีดำคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป จุดบวกลูกท่อนเนื่องกันคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ที่มีการประยุกต์

(ง) กราฟแสดงแนวโน้มผู้เสียชีวิต แกนตั้งคือจำนวนผู้เสียชีวิต แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป เส้นตรงสีแดงคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป จุดบวกลูกท่อนเนื่องกันคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ที่มีการประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

(จ) กราฟแสดงแนวโน้มจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยง แยกตั้งคือจำนวนประชากรกลุ่ม แยกนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป เส้นตรงสีน้ำเงินคือการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ทั่วไป

รูปที่ 2.5 ประเทศจีน : การคาดการณ์แบบจำลองเอสไออาร์ในช่วงวันที่ 22 มกราคม ถึง 9 สิงหาคม ปี 2020 [9]

โดยมีข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมิถุนายน ปี 2020 ข้อมูลแสดงการเสียชีวิต เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงกลางเดือนเมษายน

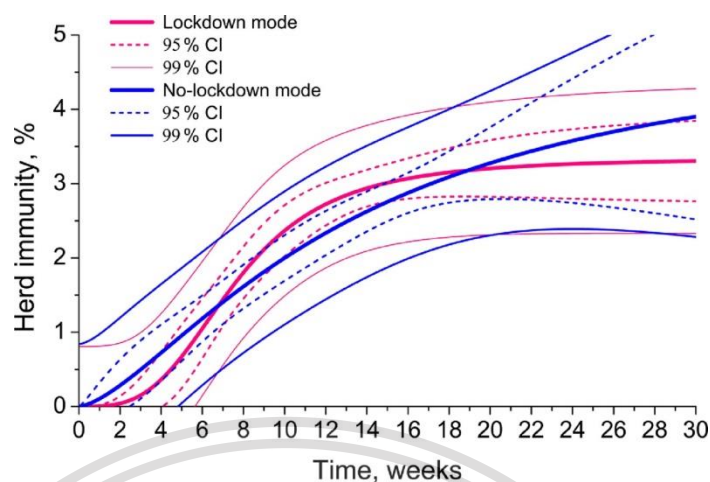
2.4 การสร้างและใช้แบบจำลองเอสไออาร์การระบาดของโรคโควิด-19 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของมาตรการล็อกดาวน์

การวิจัยนี้เป็นการใช้แบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์ ในการวิเคราะห์การระบาดของโรคโควิด-19 เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการประกาศมาตรการล็อกดาวน์ กำหนดพื้นที่ในทวีปยุโรปจำนวน 15 ประเทศ ได้แก่ ออสเตรีย เดนมาร์ก ฟินแลนด์ เยอรมนี ไอซ์แลนด์ อิตาลี นอร์เวย์ โปแลนด์ โปตุเกส รัสเซีย สเปน สวีเดน สวิตเซอร์แลนด์ เนเธอร์แลนด์ และอังกฤษ จากข้อมูลพบว่ามี 2 ประเทศที่ไม่ทำการประกาศมาตรการล็อกดาวน์ คือ สวีเดน และไอซ์แลนด์ โดยทำการศึกษาจากระดับภูมิภาคกัน และเวลาการฝึกตัวของเชื้อ โดยการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม ถึง 21 เมษายน ปี 2563 การเปรียบเทียบตัวแปรเหล่านี้จะสามารถประเมินประสิทธิภาพของมาตรการล็อกดาวน์ได้ ในกรณีที่ยังไม่มีวัคซีนป้องกัน ภูมิภาคกันถือเป็นปัจจัยหนึ่งของการปรับตัวของมนุษย์ที่มีต่อโรคโควิด-19 และเมื่อโรคโควิด-19 หยุดการระบาดจะกล่าวได้ว่า เส้นกราฟสำหรับมาตรการล็อกดาวน์มีแนวโน้มคงตัว ในขณะที่เส้นกราฟของการไม่ล็อกดาวน์นั้นมีแนวโน้มสูงขึ้น ผลของมาตรการล็อกดาวน์โดยการห้ามผู้คนออกมานอกบริเวณเคสสถานหรือการหยุดกิจการร้านค้าต่าง ๆ นั้นอาจจะเพิ่มภาระให้แก่ระบบสาธารณสุข จากงานวิจัยนี้จึงกล่าวได้ว่าในการเกิดโรคระบาดครั้งถัดไป ไม่ควรประเมินมาตรการล็อกดาวน์สูงเกินไปว่าจะสามารถหยุดยั้งการระบาดของโรคระบาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 แบบจำลองการสร้างภูมิคุ้มกันล่าสุดที่มีมาตรการล็อกดาวน์และไม่มีมาตรการล็อกดาวน์ของโรคโควิด 19 (การทำความเข้าใจในเดือนสิงหาคม ปี 2020) [10]

95% CI หมายถึงการที่มีโอกาส 95% ที่ช่วงความเชื่อมั่นจะครอบคลุมค่าคงที่ที่แท้จริง

จากรูปที่ 2.6 เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับภูมิคุ้มกันกับเวลาที่มีการระบาด ที่เปรียบเทียบกับระหว่างประกาศล็อกดาวน์กับไม่ประกาศล็อกดาวน์ในเดือนมิถุนายน เมื่อเส้นสีชมพู คือค่าของภูมิคุ้มกันในช่วงการประกาศล็อกดาวน์ และสีน้ำเงิน คือค่าของภูมิคุ้มกันในช่วงการไม่ประกาศล็อกดาวน์ จะเห็นว่า เส้นสีชมพูนั้นต่ำกว่าเส้นสีน้ำเงินในช่วงแรก และเมื่อเวลาผ่านไปเส้นสีชมพูมีแนวโน้มคงตัว ในขณะที่เส้นสีน้ำเงินยังคงสูงเพิ่มมากขึ้น

2.5 แบบจำลองโรคระบาดเบื้องต้น โดยแบบจำลองเอสไออาร์ที่กำหนดขึ้น เทียบกับข้อมูลการระบาด โรคโควิด-19 ในไทย

การนำเสนอแบบจำลองโรคระบาดที่สามารถเข้าใจได้ง่ายโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ มาเทียบกับเหตุการณ์การระบาดของโรคโควิด-19 ที่กำลังระบาดหนักอยู่ในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลเริ่มต้น เมื่อวันที่ 1 มีนาคม ถึง 2 พฤษภาคม 2563 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบ แบบจำลองเอสไออาร์กับข้อมูลของประเทศไทยแล้วนั้น ข้อมูลเมื่อดูโดยรวมแล้วมีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ทดแทนการวิเคราะห์สถานการณ์การติดเชื้อจากไวรัสโควิด-19 ได้ในระดับหนึ่ง เพื่อดูผลกระทบของนโยบาย หรือมาตรการต่าง ๆ ที่ทางหน่วยงานภาครัฐจะนำมาใช้ในการระบาดของโรคไวรัสโควิด-19 ได้ โดย S คือ กลุ่มเสี่ยง, I คือ กลุ่มผู้ติดเชื้อ และ R คือ กลุ่มผู้ที่หายป่วย ซึ่งในกลุ่มนี้จะรวมผู้ที่หายป่วยจนไม่สามารถแพร่เชื้อต่อไปได้ และเสียชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สมการควบคุมมีดังนี้

$$\frac{dS(t)}{dt} = \frac{-aS(t)I(t)}{N} \quad (2.15)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \frac{aS(t)I(t)}{N} - aI(t) \quad (2.16)$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = aI(t) \quad (2.17)$$

โดยที่ $N = S(t) + I(t) + R(t)$

แบบจำลองมีค่าสัมประสิทธิ์ที่สำคัญ 2 ค่า คือ a, b

a คือ อัตราการแพร่เชื้อต่อผู้ติดเชื้อ 1 คนต่อหนึ่งหน่วยเวลา จะเป็นค่าคงที่หรือไม่ก็ได้

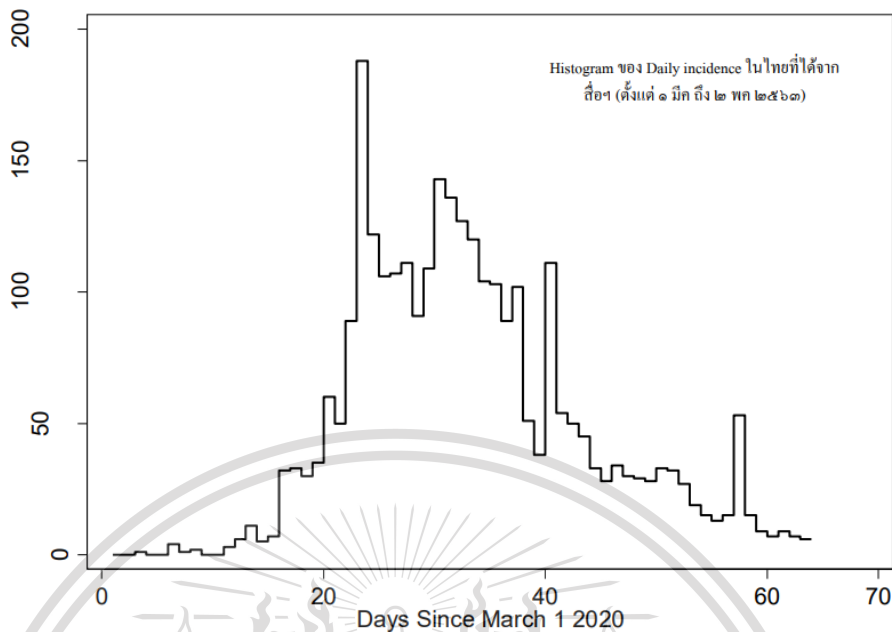
b คือ อัตราการหายจากการติดเชื้อต่อหนึ่งหน่วยเวลา อาจจะเป็นค่าคงที่หรือไม่ก็ได้

และค่า $\frac{a}{b} = r$ คือค่า อัตราการติดเชื้อต่ออัตราการหายจากการติดเชื้อ หรือจำนวนผู้ติดเชื้อ 1 คน ที่สามารถแพร่เชื้อได้ ณ จุดนั้น อาจจะเป็นค่าคงที่หรือไม่ก็ได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น $r=3$ นั้นหมายความว่า ผู้ติดเชื้อหนึ่งคนสามารถแพร่เชื้อได้อีก 3 คน

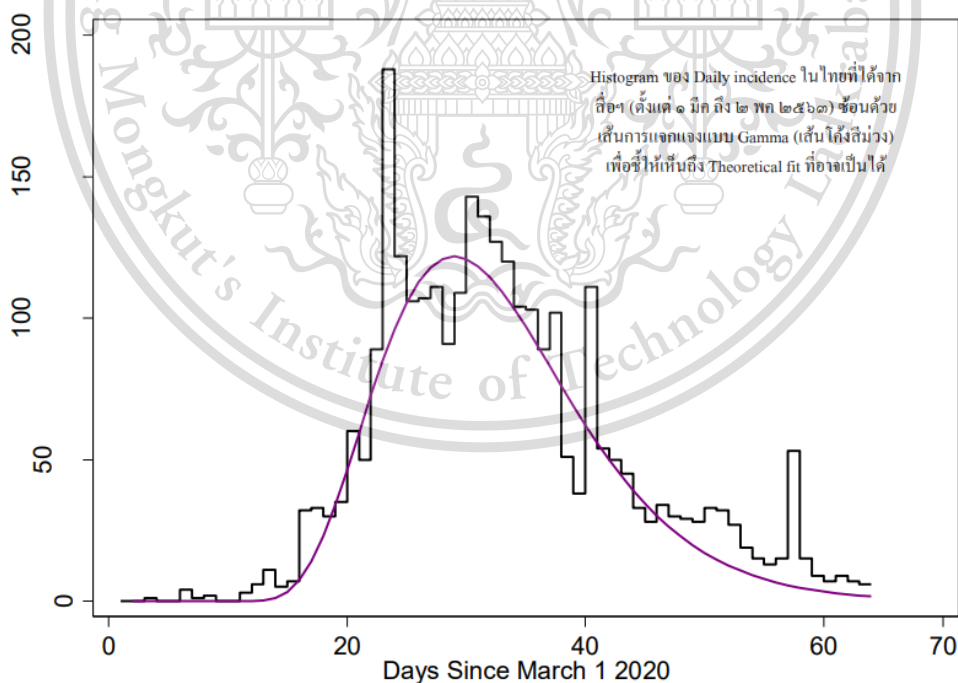
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับวันที่ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม ถึง 2 พฤษภาคม 2563 [3] แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป



รูปที่ 2.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับวันที่ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม ถึง 2 พฤษภาคม 2563 กับกราฟฮิสโตแกรมของจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับวันที่ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม ถึง 2 พฤษภาคม 2563 [3] แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป

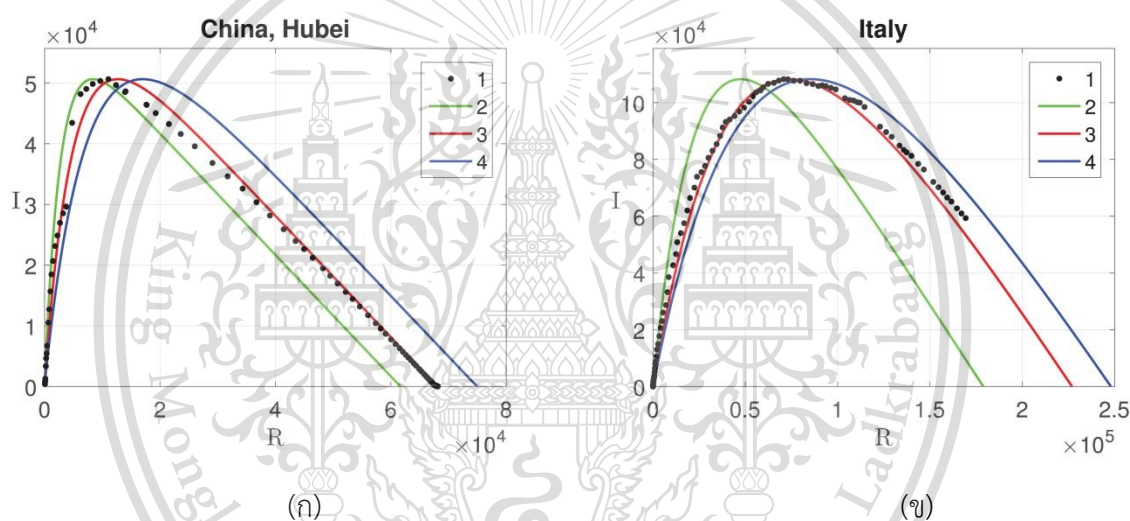
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะของแบบจำลองเอสไออาร์ และการประยุกต์ใช้กับ โครonavirus-19

ศึกษาแบบจำลองเอสไออาร์ สองพารามิเตอร์ของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ผลการศึกษาพบว่า การใช้ปริพันธ์แรกของระบบสมการการอ้างอิงเชิงวิเคราะห์ สำหรับจำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อ $I(t)$ และของผู้ป่วยที่หายแล้ว $R(t)$ กับจำนวนที่กลุ่มเสี่ยง $S(t)$ โดยความสัมพันธ์ของ $I(t)$ และ $R(t)$ ทั้งสองอย่างขึ้นอยู่กับ a/b โดยที่ a คืออัตราการติดเชื้อโควิด-19 ในพื้นที่ และ b คือระยะเวลาของการฟื้นตัว ความรุนแรงในการเสียชีวิตของผู้ป่วย แสดงให้เห็นว่าข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นของผู้ป่วยติดเชื้อโควิด-19 โดยเฉพาะในเมืองหุเป่ย์ ประเทศจีน อิตาลี ออสเตรเลีย เมืองมอสโก ประเทศรัสเซีย และดินแดนบางส่วนของออสเตรเลียมีความใกล้เคียงกับข้อมูลจากฐานข้อมูล

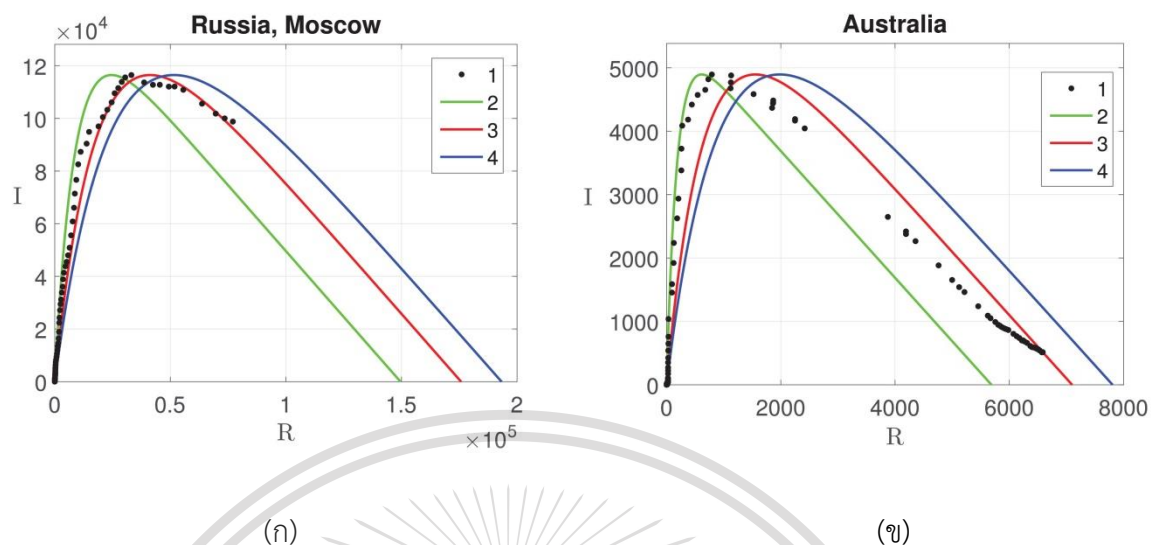


รูปที่ 2.9 แนวโน้มผู้ติดเชื้อ $I(R)$ เนื่องจากสูตร $I = N - R - (N - M)e^{\{-\frac{\alpha R}{\beta}\}}$ ที่มีข้อมูลสำหรับ (ก) เมืองหุเป่ย์ ประเทศจีน และ (ข) อิตาลี [13] แกนตั้งเป็นค่าของจำนวนผู้ติดเชื้อ และแกนนอนเป็นค่าของผู้ที่หายป่วย โดยจุด (1) คือข้อมูลจากฐานข้อมูลช่วงวันที่ตั้งแต่ 22 มกราคม ปี 2020 ถึง 22 พฤษภาคม ปี 2020 เส้นสีเขียว (2) คือ ค่าเริ่มต้นของกลุ่มเสี่ยง (N) เท่ากับ ค่าของกลุ่มเสี่ยงที่สูงสุด (N_p) เส้นสีแดง (3) คือ ค่าเริ่มต้นของกลุ่มเสี่ยง (N) เท่ากับ ค่าของกลุ่มเสี่ยงที่มีการติดเชื้อทั้งหมด (N_{max}) เส้นน้ำเงิน (4) คือ ค่าเริ่มต้นของกลุ่มเสี่ยง (N) เท่ากับ 1.1 เท่าของค่ากลุ่มเสี่ยงที่มีการติดเชื้อทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.10 แนวโน้มผู้ติดเชื้อ $I(R)$ เนื่องจากสูตร $I = N - R - (N - M)e^{-\frac{\alpha R}{\beta}}$ ที่มีข้อมูลสำหรับ (ก) เมืองมอสโก ประเทศรัสเซีย และ (ข) ออสเตรเลีย [13] แทนตั้งเป็นค่าของจำนวนผู้ติดเชื้อ และ แทนนอนเป็นค่าของผู้ที่หายป่วย โดยจุด (1) คือข้อมูลจากฐานข้อมูลช่วงวันที่ตั้งแต่ 22 มกราคม ปี 2020 ถึง 22 พฤษภาคม ปี 2020 เส้นสีเขียว (2) คือ $N=N_0$ เส้นสีแดง (3) คือ $N=N_{\max}$ เส้นสีน้ำเงิน (4) คือ $N=1.1N_{\max}$

2.7 แบบจำลองเอสไออาร์ที่อธิบายแนวโน้มที่ต่อเนื่องของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

แบบจำลองเอสไออาร์นี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานสองชุด หลักการของชุดแรกคือร่างสมการของแบบจำลอง โดยพื้นฐานแล้วจะพิจารณาแบบจำลองเอสไออาร์ที่มีไดนามิกที่สำคัญโดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้:

1. ทั้งอัตราการติดเชื้อ α และอัตราการเสียชีวิต (ϕ) เนื่องจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 มีค่าคงที่ในแบบจำลองนี้ ข้อมูลอย่างเป็นทางการของประเทศที่อยู่ในระหว่างการศึกษาก็ให้เห็นว่าช่วงแรกในการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ประเทศต่าง ๆ มีการควบคุมอย่างเข้มงวดเกี่ยวกับการเว้นระยะห่างทางสังคม ทั้งค่า α และ ϕ ลดลงแบบเอ็กโพเนนเชียลเมื่อเทียบกับค่า α_0 และ ϕ_0 ตามลำดับ อาจเป็นเพราะวิวัฒนาการของตัวแปรยังคงเป็นแบบชั่วคราวดังนั้นจึงต้องใช้เวลาสักกระยะหนึ่งจนกว่าพารามิเตอร์จะบรรลุค่าที่ไม่แสดงอาการ

2. พิจารณาอัตราการหายป่วย b ซึ่งไม่จำเป็นต้องคงที่ แม้ว่าค่า b ที่สังเกตได้จะคงที่ในสามประเทศที่อยู่ระหว่างการศึกษา การเปลี่ยนแปลงรายเดือนของค่า b ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในพารามิเตอร์สำหรับการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

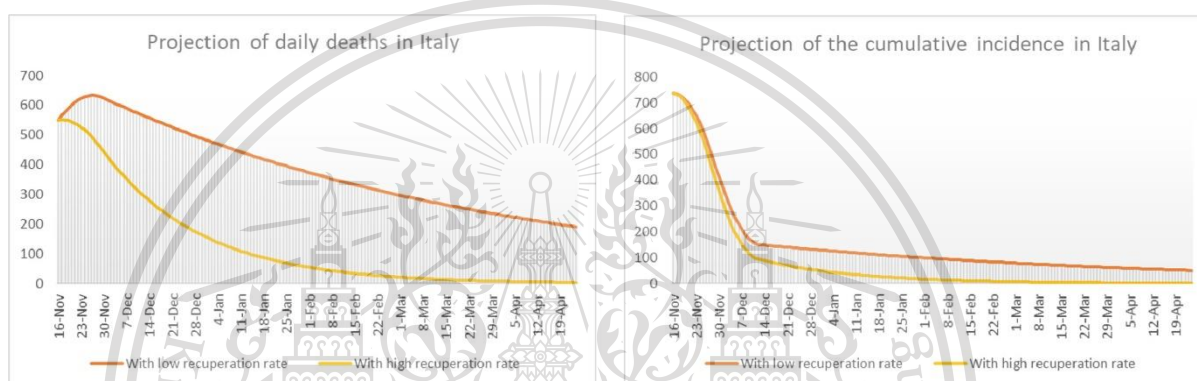
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. พิจารณาอัตราการเกิดคงที่ $\lambda > 0$ ซึ่งกำหนดให้เหมือนกันในแต่ละกลุ่มของประชากรโดยแบ่งเป็นสามกลุ่มได้แก่ กลุ่มเสี่ยง, กลุ่มผู้ติดเชื้อ และกลุ่มที่หายป่วยแล้ว คือจำนวนประชากรที่ได้รับการรักษาจนหายป่วย นอกจากนี้ถือว่าประชากรที่เกิดใหม่ทุกคนเกิดมาไม่มีเชื้อแต่ไม่มีภูมิคุ้มกัน

4. พิจารณาอัตราการเสียชีวิตที่ไม่ได้มาจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เป็นค่าคงที่

ผลลัพธ์ของแบบจำลองแสดงให้เห็นจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม ผู้เสียชีวิตรายวันและผู้ติดเชื้อรายวัน ซึ่งพอดีกับข้อมูลจริงที่มีอยู่เกี่ยวกับการระบาดของโรคโควิด-19 ระลอกแรกและช่วงการระบาดต่อเนื่อง และยังคงคาดการณ์เกี่ยวกับการแพร่ระบาดในประเทศอิตาลีและสหรัฐอเมริกาในสถานการณ์อื่น ๆ



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.11 (ก) กราฟแสดงการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตรายวันในอิตาลี (ข) แสดงการคาดการณ์จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมใน 14 วันต่อประชากร 100,000 คนในอิตาลี [6]

จากรูป 2.11 (ก) กราฟเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤศจิกายน โดยแกนตั้งคือจำนวนประชากร แกนนอนคือวันที่ของแต่ละเดือน เส้นสีแดงคือการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตหากอัตราการหายป่วยต่ำ เส้นสีเหลืองคือการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตหากอัตราการหายป่วยสูง

จากรูป 2.11 (ข) ในทุกกรณีการคาดการณ์จะเริ่มในกลางเดือนพฤศจิกายน ปี 2020 โดยแกนตั้งคือจำนวนประชากร แกนนอนคือวันที่ของแต่ละเดือน เส้นสีแดงคือการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตหากอัตราการหายป่วยต่ำ เส้นสีเหลืองคือการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตหากอัตราการหายป่วยสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.8 การเปลี่ยนแปลงในโรงพยาบาลของโรคโควิด-19 จากการระบาดรอบแรก โดยการสร้างแบบจำลองเอสไออาร์ เปรียบเทียบกับข้อมูลของ เบลเยียม ฝรั่งเศส อิตาลี สวิตเซอร์แลนด์ และนิวยอร์ก

โรคโควิด-19 มีการระบาดอย่างต่อเนื่อง ตัวแปรที่สำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสอบนั้นคือ อัตราการติดเชื้อของประชากร เวลาในการหายจากการติดเชื้อ เพื่อใช้ในการคาดเดาความเพียงพอของเตียงในโรงพยาบาลในการรองรับการรักษา ควบคู่กับระยะเวลาที่ทำการรักษาอยู่ในโรงพยาบาล โดยปกติแล้วแบบจำลองเอสไออาร์สามารถใช้ได้ดีกับกลุ่มเสี่ยงที่มีขนาดเล็ก แต่การศึกษานี้จะนำมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มเสี่ยงที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

แบบจำลองเอสไออาร์เป็นแบบจำลองโรคระบาดอย่างง่ายที่สุด โดยจะแบ่งออกเป็น S คือ กลุ่มเสี่ยง I คือ กลุ่มผู้ติดเชื้อ และ R คือ กลุ่มผู้หายจากการติดเชื้อ สามารถเขียนไปเป็นสมการอนุพันธ์ได้ดังนี้

$$\frac{dS}{dt} = \frac{-\beta SI}{N} \quad (2.18)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \frac{I}{t_R} \quad (2.19)$$

$$\frac{dR}{dt} = \frac{I}{t_R} \quad (2.20)$$

โดยที่ $S(t) + I(t) + R(t) = N$ β คือ อัตราการติดเชื้อ และ t_R คือ เวลาในการฟื้นตัว ในประเทศที่มีการป้องกันเข้มงวดการลือกดาวนในพื้นที ทำให้การระบาดในพื้นที่หยุดลงก่อนทีประชาชนส่วนใหญ่จะติดเชื้อ ดังนั้น $I(t) + R(t) \ll N$ และ $S(t) \approx N$ จึงได้สมการ $I(t)$ เป็น

$$\frac{dI}{dt} = \left(\frac{\beta - 1}{t_R} \right) I \quad (2.21)$$

จากผลของการควบคุมทำให้ ค่าสัมประสิทธิ์ β ลดลง เพื่อให้พารามิเตอร์นี้เป็นฟังก์ชันของเวลา เอกสารนี้เป็น จึงสมมติให้ β เปลี่ยนจากค่ามาก β_0 เป็นค่า β_1 ที่เล็กกว่า เป็นค่าประมาณที่ยอมรับได้ ให้ $t = 0$ เริ่มเมื่อ ประกาศล็อกดาวน จึงได้

ไม่ว่ากรณีใดทีหลัง ยกเว้นให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$I(t) = I_0 \times \begin{cases} e^{ct}, & t < 0 \\ e^{-\Gamma t}, & t > 0 \end{cases} \quad (2.22)$$

และให้

$$c = \frac{\beta_0 - 1}{t_R}, \Gamma = \frac{1}{t_R} \quad (2.23)$$

นั่นคืออัตราการติดเชื้อในช่วงต้น และอัตราการสลายตัวในช่วงท้ายเท่ากับ c และเวลาที่เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า $t_d = \frac{\ln(2)}{c}$ ในช่วงเริ่มต้นของการระบาด

จากสมการที่ (5) I_0 คือค่าของ $I(t)$ ที่ $t=0$ ซึ่งเป็นตัวเลขที่ยากต่อการกำหนดความแม่นยำ โปรดทราบว่าทั้งหมดที่เราเรียนรู้ได้จากไฟล์ ข้อมูลของ $I(t)$ คือ c และ Γ ซึ่งไม่เพียงพอที่จะทราบ a_0, a_1 และ t_R หวังว่า a_1 จะเป็นศูนย์ แต่ไม่ใช่ ดังนั้น $t_R < \Gamma^{-1}$ สมมติให้ประชากรของเบลเยียม ฝรั่งเศส อิตาลี สวิตเซอร์แลนด์ และนิวยอร์ก มีการตอบสนองต่อโรคโควิด-19 เช่นเดียวกัน จึงมีค่า t_R เดียวกัน ดังนั้นค่าที่น้อยที่สุดของ Γ^{-1}

รู้ $I(t)$ การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยในโรงพยาบาลให้เป็น $P(t)$ เป็นแบบจำลองที่ตรงไปตรงมาตามสมการ

$$\frac{dP(t)}{dt} = \alpha \Gamma I(t - \tau) - \frac{P(t)}{t_H} \quad (2.24)$$

จะเห็นได้ว่าจำนวนผู้ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลจะเป็นสัดส่วนกับจำนวนผู้ติดเชื้อ และเมื่อเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล เวลาเฉลี่ยในการรับการรักษาคือ t_H , α คือ ความน่าจะเป็นถ้าคิดเชื้อแล้วเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล จากสมการ (7) จะเห็นว่า $I(t)$ มาพร้อมกับความหน่วงเวลา τ ความหน่วงนี้เป็นเวลาเฉลี่ยที่ผ่านไประหว่างการติดเชื้อและต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล นอกจากนี้มีความเป็นไปได้ว่ากิจกรรมทางสังคมก็ทำให้การตอบสนองช้าลง ค่า τ จึงมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รวมสมการ (2.22) และ (2.24) เข้าด้วยกัน แยกออกมาได้

$$P(t) = pe^{c(t-\tau)} \left(1 - e^{-\frac{(ct+1)(t-t_0)}{t_H}} \right), t < \tau \quad (2.25)$$

$$P(t) = p \left[\left(1 - e^{-\frac{(ct+1)(t-t_0)}{t_H}} \right) e^{-\frac{(t-\tau)}{t_H}} + \frac{ct_H + 1}{\Gamma t_H - 1} \left(e^{-\frac{(t-\tau)}{t_H}} - e^{-\Gamma(t-\tau)} \right) \right], t < \tau \quad (2.26)$$

โดยที่ t_0 คือเวลาที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลครั้งแรก และ $p = \alpha I_0 e^{c\tau} \Gamma t_H / (1 + ct_H)$

ในทำนองเดียวกัน $P(t)$ อาจจะได้รับแบบจำลองสำหรับเตียงผู้ป่วยหนักที่เข้ารับการรักษาในห้อง ICU, $P_{ICU}(t)$ ดังสมการ

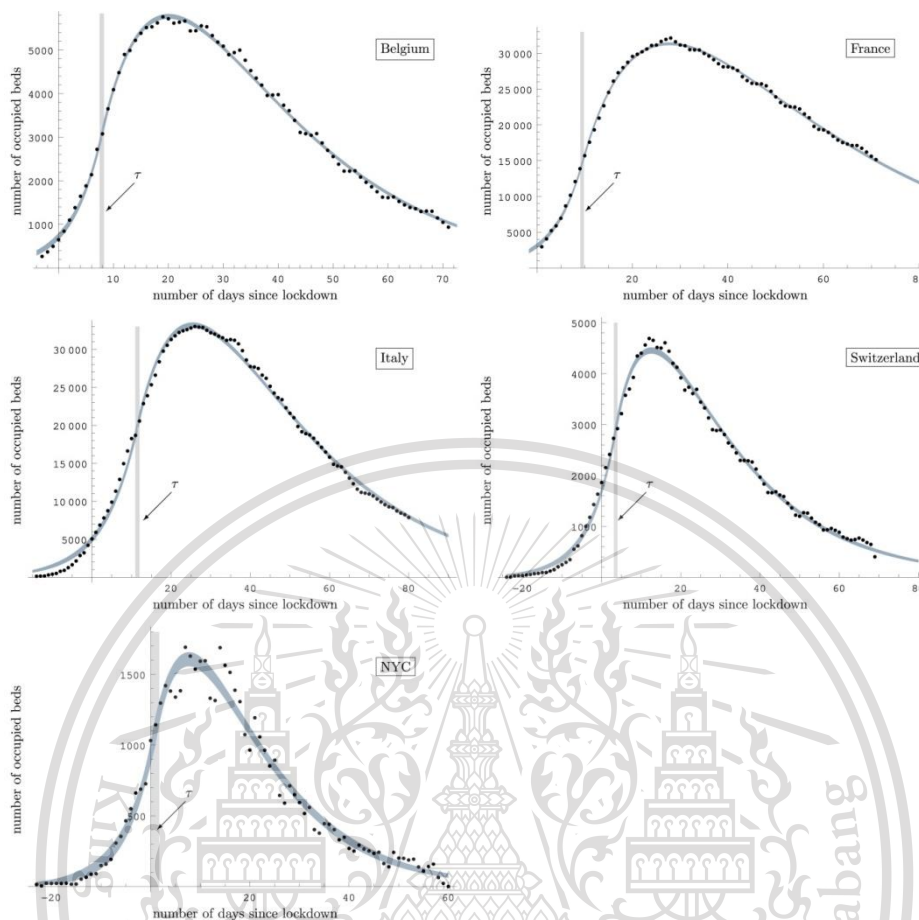
$$\frac{dP_{ICU}(t)}{dt} = \alpha_{ICU} \Gamma (t - \tau) - \frac{P_{ICU}(t)}{t_{ICU}} \quad (2.27)$$

จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์กับข้อมูลที่ได้จากการบันทึก ดังที่แสดงอยู่ในรูปที่ 2.12 และ 2.13 ทุกกรณีมีความเกือบจะพอดีกัน เพราะให้การวิเคราะห์ค่า $c=1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



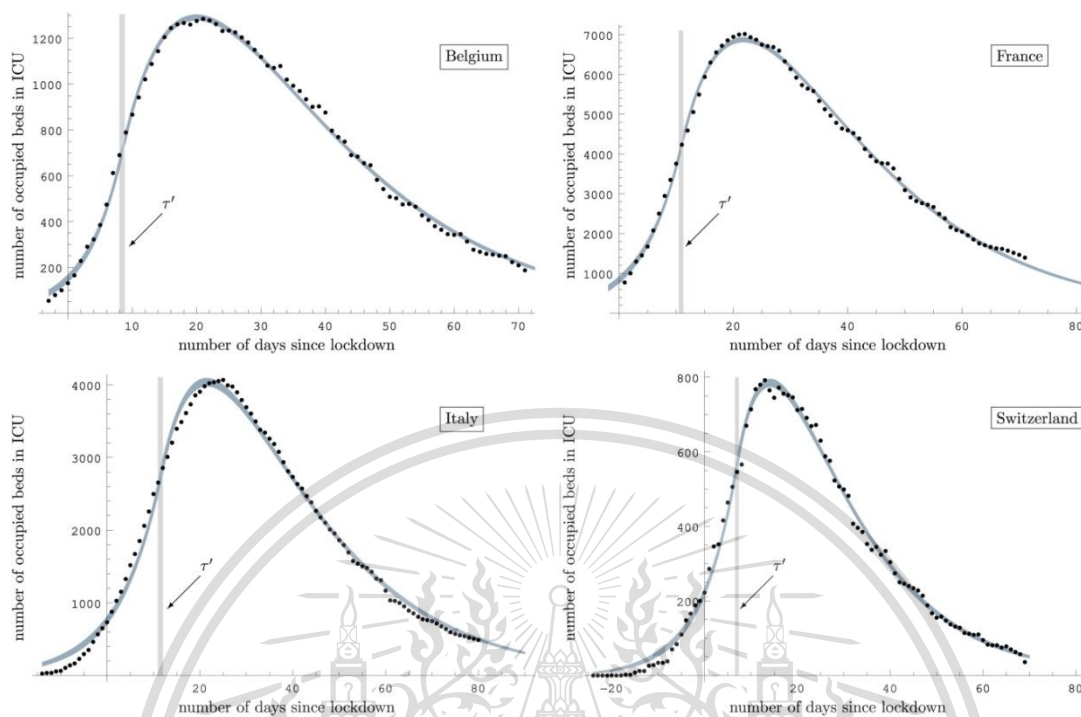
รูปที่ 2.12 จำนวนเตียงที่ใช้งานได้ตามเวลาในการรักษาตัวในโรงพยาบาลทั่วไป [5]

จุดคือข้อมูลจริงที่ได้รับการยืนยัน เส้นโค้งหนาคือแถบความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งได้มาจากแบบจำลองเอสไออาร์ เส้นสีเทาแสดงค่า τ คือเวลาที่ล่าช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.13 จำนวนเตียงที่ใช้งานได้ตามเวลาในการรักษาตัวห้องไอซียู [5]

จุดคือข้อมูลจริงที่ได้รับการยืนยัน เส้นโค้งหนาคือแถบความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งได้มาจากแบบจำลองเอสไออาร์ เส้นสีเทาแสดงค่า T คือเวลาที่ล่าช้า

จากรูปที่ 2.12 และ 2.13 อิตาลี ฝรั่งเศส และเบลเยียม มีช่วงเวลาในการประกาศมาตรการล็อกดาวน์ใกล้เคียงกัน ค่า t ในอิตาลีมีค่ามากกว่าฝรั่งเศสนั้นอาจจะเป็นเพราะว่า ในการประกาศมาตรการล็อกดาวน์ใน 2 ช่วงคือ ช่วงแรก ในวันที่ 8 มีนาคม 2563 ทางตอนเหนือ และในวันถัดมาจึงได้ประกาศมาตรการ ล็อกดาวน์ในพื้นที่ที่เหลือ ในกรณีของฝรั่งเศสมีการเลือกตั้งท้องถิ่นก่อนจะประกาศมาตรการล็อกดาวน์ทั้งประเทศ นี่อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า t เพิ่มมากขึ้น ระยะเวลาในการรักษาในไอซียู มีระยะเวลาที่นานขึ้นแสดงให้เห็นว่าร่างกายของผู้ติดเชื้อนั้นเสื่อมโทรมลงมากกว่าผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาแบบธรรมดา เพราะเชื้อโรคมีการพัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.1 ค่าที่เหมาะสม (95 % CI) ของเวลาสองเท่า (t_d) ในการเพิ่มขึ้นของเฟส ประสิทธิภาพของการล็อกดาวน์ (τ, τ') เวลาที่ใช้ในการรักษาตัวในโรงพยาบาล (t_{TH}, t_{ICU}) และสัมประสิทธิ์ p เวลาลักษณะเฉพาะของระยะเวลา Γ^{-1} ที่ลดลงของการระบาดของโรค เป็นค่าคงที่ของแต่ละพื้นที่เวลาที่แสดงในหน่วยวัน

	t_d	p, p_{ICU}	τ, τ'	t_{TH}, t_{ICU}	Γ^{-1}
Belgium	3.5 - 4.1	2920 - 3210	7.5 - 8.3	16.1 - 17.0	16
Belgium (ICU)	3.5 - 4.1	671 - 739	8.0 - 8.8	14.8 - 15.7	16
France	4.0 - 4.5	13970 - 15250	9.1 - 9.8	34.3 - 35.7	16
France (ICU)	4.4 - 5.0	4010 - 4330	10.4 - 11.3	14.9 - 15.7	16
Italy	5.4 - 6.2	19110 - 20630	10.9 - 12.0	19.1 - 20.4	20
Italy (ICU)	5.8 - 6.7	2701 - 2907	11.2 - 12.3	11.5 - 12.7	20
Switzerland	4.2 - 4.9	2780 - 2997	3.1 - 4.0	20.5 - 21.8	9
Switzerland (ICU)	4.9 - 5.6	549 - 582	6.6 - 7.4	15.1 - 16.2	9
NYC	3.4 - 4.7	1006 - 1176	0.1 - 1.7	11.6 - 13.6	9

ในข้อมูลของผู้ป่วยไอซียู t_{ICU} น้อยกว่า t_H อย่างมีนัยสำคัญ โดยประมาณ 1 วันในเบลเยียม 20 วันในฝรั่งเศส 8 วันในอิตาลี และ 5 วันในสวิตเซอร์แลนด์ เมื่อรวมเบลเยียมอิตาลีและสวิตเซอร์แลนด์ t_H อยู่ในช่วง 16 - 22 วัน

จากบทความนี้แสดงให้เห็นว่าเป็นแบบจำลองโรคระบาดที่ง่ายที่สุด การที่ไม่ปล่อยให้โรคโควิด-19 แพร่กระจายนั้นเป็นหน้าที่ของผู้มีอำนาจทางการเมืองที่สามารถยับยั้งได้ไม่ว่าทางใดก็ทางหนึ่ง การคาดเดาจำนวนประชากรนี้ก็สำคัญในการรับมือกับการเตรียมพร้อมพื้นที่ในการให้การรักษาแก่ผู้ที่ติดเชื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 สายพันธุ์ของไวรัสโคโรนา

ในระยะเวลา 5 เดือนที่ผ่านมา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม ในปี พ.ศ. 2563 นักวิจัยชาวจีนได้มีการศึกษาและถอดรหัสพันธุกรรมของไวรัสชนิดนี้ พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของรหัสพันธุกรรมของไวรัสสายอาร์เอ็นเอ จึงทำให้ไวรัสโคโรนามีการวิวัฒนาการเพิ่มขึ้นและแบ่งกลุ่มย่อยออกไปอีก 2 กลุ่ม คือ S type (Serine) และ L type (Leucine)

ในเวลาต่อมา L type นั้นตรวจพบได้เยอะกว่า S type เพราะเป็นสายที่แยกออกมาจาก S type มีคุณสมบัติแพร่กระจายได้ดีกว่า เมื่อเวลาผ่านไปในเดือนมิถุนายน พบว่า L type ได้วิวัฒนาการต่อเป็น V type (Valine) และ G type (Glycine) ซึ่ง G type สามารถวิวัฒนาการเป็น GH type (Histidine) และ GR type (Arginine) ได้อีกและสายพันธุ์ที่มีวิวัฒนาการเหล่านี้ได้แพร่กระจายอย่างรวดเร็วในพื้นที่ทวีปยุโรป

ในขณะที่ไวรัสโคโรนาเมื่อแพร่กระจายไปยังพื้นที่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ก่อให้เกิดวิวัฒนาการออกมาได้ถึง 10 สายพันธุ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่น่าจับตามอง (Variant of interest) 7 สายพันธุ์และกลุ่มที่น่าเป็นห่วง (Variant of concern) 3 สายพันธุ์

กลุ่มที่น่าจับตามอง 7 สายพันธุ์ ได้แก่

- B.1617 ถูกค้นพบครั้งแรกในประเทศอินเดีย
- B.1525 ถูกค้นพบครั้งแรกที่สหราชอาณาจักรและประเทศไนจีเรีย
- B.1427 / B.1429 ถูกค้นพบครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา
- P.2 ถูกค้นพบครั้งแรกที่ประเทศบราซิล
- P.3 ถูกค้นพบครั้งแรกที่ประเทศญี่ปุ่นและฟิลิปปินส์
- S477N ถูกค้นพบครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา
- B.1.616 ถูกค้นพบครั้งแรกที่ประเทศฝรั่งเศส

กลุ่มที่น่าเป็นห่วง 3 สายพันธุ์ ได้แก่

- B.1.1.7 ถูกค้นพบครั้งแรกที่สหราชอาณาจักร
- B.1.351 ถูกค้นพบครั้งแรกที่ประเทศแอฟริกาใต้
- P.1 ถูกค้นพบครั้งแรกที่ประเทศบราซิล

โดยที่สายพันธุ์ของเชื้อไวรัสโควิด-19 ที่พัฒนาขึ้นแต่ละสายพันธุ์นั้นมีความสามารถในการแพร่ระบาดไม่เท่ากัน

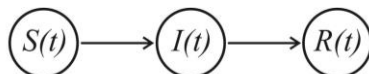
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 แบบจำลองเอสไออาร์

แบบจำลองเอสไออาร์ (SIR Model) ถูกนำเสนอขึ้นมาโดย เคอร์แมกและแมกเคนดริก ในปี ค.ศ. 1927 โดยที่แบบจำลองนี้มีไว้ใช้สำหรับการจำลองการเกิดโรคระบาดในกลุ่มปิด โดยแบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ $S(t)$ คือกลุ่มเสี่ยง (Susceptible), $I(t)$ คือกลุ่มผู้ติดเชื้อ (Infected) และ $R(t)$ คือกลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้ว (Recovered) โดยมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนภาพแบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์ [8]

จากรูปที่ 3.1 นั่นคือเมื่อเวลาผ่านไปกลุ่มเสี่ยงกลายเป็นผู้ติดเชื้อมากขึ้น ในขณะที่กลุ่มผู้ติดเชื้อกลายเป็นกลุ่มผู้ที่หายป่วยมากขึ้น และกลุ่มผู้ที่หายป่วยจะไม่กลับมาป่วยอีก เนื่องจากร่างกายมีการสร้างภูมิคุ้มกัน

สามารถเขียนเป็นสมการเชิงอนุพันธ์ 3 สมการได้ดังต่อไปนี้

$$\frac{dS}{dt} = - (\text{การคลุกคลีระหว่างกลุ่มเสี่ยงกับกลุ่มผู้ติดเชื้อ}) = - aSI \quad (3.1)$$

จากสมการ อัตราของกลุ่มเสี่ยงเมื่อเทียบกับเวลาลดลง เนื่องจากกลุ่มเสี่ยงคลุกคลีกับกลุ่มผู้ติดเชื้อจึงกลายเป็นผู้ติดเชื้อ

$$\begin{aligned} \frac{dI}{dt} &= (\text{การคลุกคลีระหว่างกลุ่มเสี่ยงกับกลุ่มผู้ติดเชื้อ}) - (\text{การหายป่วยของกลุ่มผู้ติดเชื้อ}) \\ &= aSI - bI \end{aligned} \quad (3.2)$$

จากสมการ อัตราของกลุ่มผู้ติดเชื้อเมื่อเทียบกับเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากประชากรกลุ่มเสี่ยงในสมการที่ 1 กลายเป็นผู้ติดเชื้อ และอัตราของกลุ่มผู้ติดเชื้อเมื่อเทียบกับเวลาลดลง เนื่องจากประชากรในกลุ่มผู้ติดเชื้อหายป่วย โดยมีเงื่อนไขว่าจะไม่กลับมาป่วยอีก เนื่องจากได้รับภูมิคุ้มกันจากร่างกาย

$$\frac{dR}{dt} = (\text{การหายป่วยของกลุ่มผู้ติดเชื้อ}) = bI \quad (3.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากสมการ อัตราของกลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้วเมื่อเทียบกับเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากประชากรในกลุ่มผู้ติดเชื้อมีจำนวนเพิ่มขึ้น

ถึงแม้มีสมการเชิงอนุพันธ์ 3 สมการ แต่ใช้จริงเพียงสองสมการ เนื่องจากฟังก์ชัน $R(t)$ สามารถหาได้จากสมการ

$$S(t) + I(t) + R(t) = \text{จำนวนประชากรในกลุ่มปิดทั้งหมด}$$

ดังนั้นระบบสมการเชิงอนุพันธ์ที่วิเคราะห์จึงเป็น

$$\frac{dS}{dt} = -aSI$$

$$\frac{dI}{dt} = aSI - bI$$

การหาค่าคงที่ a และ b

หา a ได้จากสมการที่ 3.1

$$\frac{dS}{dt} = -aSI$$

$$a = -\frac{dS/dt}{SI}$$

(3.4)

หา b ได้จากการกำหนดจากโรคระบาดที่เกิดการระบาด เช่น เมื่อโรคไข้หวัดใหญ่เกิดการระบาด กลุ่มผู้ติดเชื้อมีจำนวนประมาณหนึ่งหรือสองวันก็หาย จึงสมมติว่าครึ่งหนึ่งของกลุ่มผู้ติดเชื้อมีจำนวนในแต่ละวันได้ ดังนั้น

$$b \approx 0.5$$

(3.5)

ตัวอย่าง การระบาดของไข้หวัดใหญ่ในโรงเรียนประจำ [8]

ช่วงต้นเดือนมกราคม ในปี ค.ศ. 1978 นักเรียนชายในโรงเรียนประจำแห่งหนึ่งในประเทศอังกฤษ จำนวน 763 คน มีนักเรียนบางคนกลับมาจากบ้านหลังปิดเทอมฤดูหนาว หนึ่งสัปดาห์ให้หลังพบว่าผู้ติดเชื้อมีไข้หวัดใหญ่ วันถัดมาพบผู้ติดเชื้อมีไข้หวัดใหญ่เพิ่มอีก 2 คน เมื่อสิ้นเดือนมกราคมมีนักเรียนเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งติดเชื้อมีไข้หวัดใหญ่ และเข้าสู่กลางเดือนกุมภาพันธ์นักเรียนส่วนใหญ่ก็ติดเชื้อมีไข้หวัดใหญ่เช่นกัน

ในที่นี้เรานำแบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์เข้ามาช่วยในการพยากรณ์จำนวนนักเรียนชายภายในโรงเรียนประจำแห่งนี้ที่อาจติดเชื้อมีไข้หวัดใหญ่เพิ่มขึ้น การพยากรณ์นี้เป็นเรื่องสำคัญสำหรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ กรุณาแจ้งชื่อและนามสกุลของเจ้าของเอกสารแก่ผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตัวอย่าง ทราบว่ามีนักเรียนชายทั้งหมด 763 คน เริ่มป่วยหนึ่งคนในวันแรก นั่นคือ $S(1) = 762$ คน $I(1) = 1$ คน และวันถัดมาป่วยเพิ่มอีกสองคน นั่นคือ $S(2) = 760$ คน $I(2) = 3$ คน
ดังนั้น

$$\frac{dS}{dt} \approx \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S(2)-S(1)}{2-1} = \frac{760-762}{1} = -2 \text{ คน/วัน}$$

หาค่า a ได้จากสมการ

$$a = - \frac{dS/dt}{SI} = \frac{-(-2)}{762(1)} = 0.0026$$

เมื่อเป็นไข้หวัดใหญ่ นักเรียนชายจะป่วยหนึ่งหรือสองวันก็หาย ประมาณครึ่งหนึ่งของนักเรียนที่ติดเชื่อจะหายป่วย นั่นคือ $b \approx 0.5$

ดังนั้นสมการเชิงอนุพันธ์คือ
นำ a แทนลงในสมการที่ 3.1

$$\text{ได้} \quad \frac{dS}{dt} = -0.0026SI \tag{3.6}$$

นำ a และ b แทนลงในสมการที่ 3.2

$$\text{ได้} \quad \frac{dI}{dt} = 0.0026SI - 0.05I \tag{3.7}$$

ดังนั้นระบบสมการเชิงอนุพันธ์คือ

$$\frac{dS}{dt} = -0.0026SI$$

$$\frac{dI}{dt} = 0.0026SI - 0.05I$$

จากนั้นเราจะนำระนาบเฟส (Phase plane) มาใช้กับระบบสมการเชิงอนุพันธ์ก่อนหน้าี้ เพื่อ
สำรวจพฤติกรรมการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ จากกฎลูกโซ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณี $\frac{dI}{dt} = \frac{dI}{dS} \cdot \frac{dS}{dt}$ หรือ $\frac{dI}{dS} = \frac{dI/dt}{dS/dt}$ ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\frac{dI}{dS} = \frac{b}{aS} - 1 \quad (3.8)$$

แทนค่า a และ b จะได้สมการเชิงอนุพันธ์

$$\frac{dI}{dS} = \frac{192}{S} - 1 \quad (3.9)$$

สามารถหาผลเฉลยได้ด้วยวิธีแยกตัวแปรได้

$$I = -S + 192 \ln S + C \quad (3.10)$$

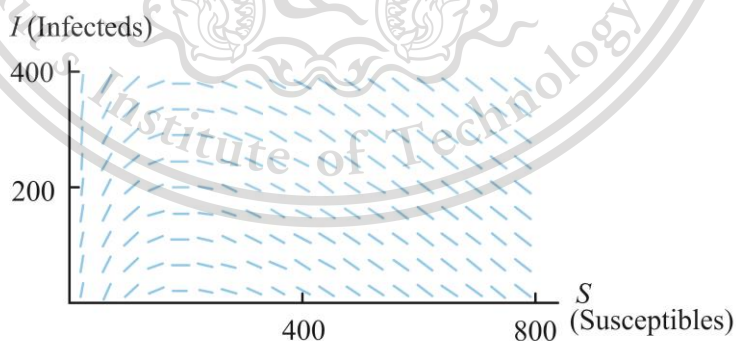
จากเงื่อนไขเริ่มต้น $S(1) = 762$ คน $I(1) = 1$ คน
แทน S และ I ลงในสมการผลเฉลยเพื่อหาค่า C ได้

$$C = 1 - 192 \ln(762) + 762$$

$$C = -511.10$$

แทนค่า C ลงในสมการผลเฉลยได้

$$I = 192 \ln S - S - 511.10 \quad (3.11)$$

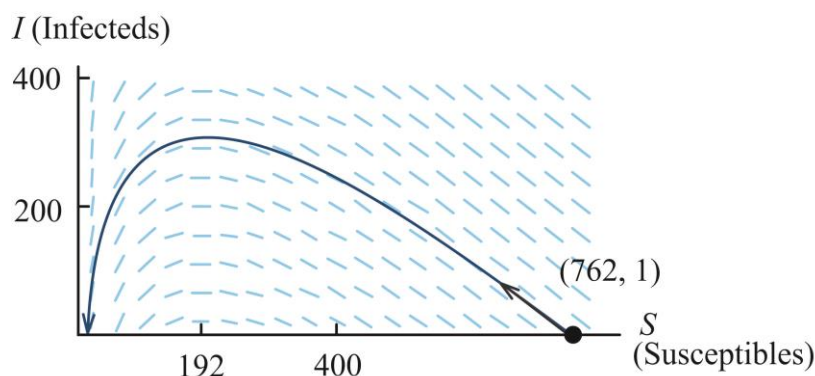


รูปที่ 3.2 สนามความชันของ $\frac{dI}{dS} = \frac{192}{S} - 1$ [8] แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยง [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

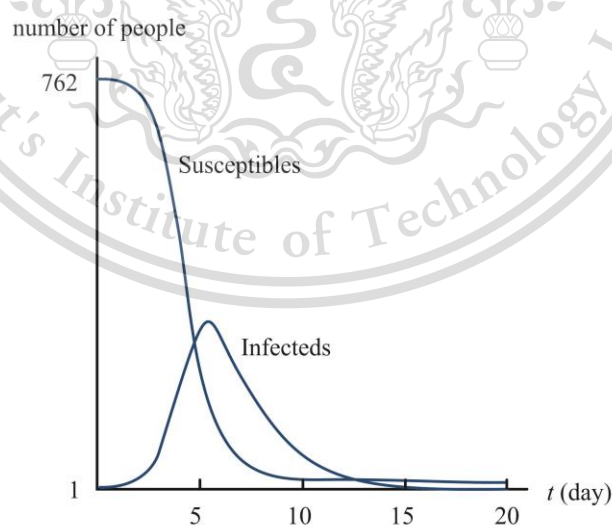
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.3 แสดงทราเจกทอรีที่เริ่มต้นจากจุด $(762, 1)$ [8] แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อ แกนนอนคือจำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยง [8]

จากรูปที่ 3.2 และ 3.3 จะเห็นว่าเมื่อทราเจกทอรีเริ่มต้นที่ $S > 192$ จำนวนนักเรียนติดเชื้อสูงสุดที่ $S = 192$ ถูกเรียกว่า “ค่าขีดแบ่ง” (Threshold value) หลังจากถึงค่าขีดแบ่งจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มผู้ติดเชื้อมีค่าลดลงเรื่อย ๆ นั่นคือการแสดงให้เห็นว่าโรคไข้หวัดใหญ่ที่กำลังหยุดการระบาด

เมื่อต้องการให้วัคซีนเพื่อเป็นการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่แก่นักเรียน การกระทำนี้จะทำให้กลุ่มเสี่ยงเป็นเหมือนกลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้ว ดังนั้นการให้วัคซีนจึงดูจากการที่ทราเจกทอรีวิ่งไปทางซ้ายขนานกับแกนนอน นั่นหมายความว่าควรฉีดวัคซีนจนเหลือกลุ่มเสี่ยงน้อยกว่าค่าขีดแบ่ง เช่น มีนักเรียนกลุ่มเสี่ยง 292 คน นักเรียนกลุ่มนี้ควรฉีดวัคซีนให้ได้ไม่ต่ำกว่า 100 คนเพื่อให้เหลือกลุ่มเสี่ยงน้อยกว่า 192 คน



รูปที่ 3.4 ผลเฉลยของระบบสมการเชิงอนุพันธ์แบบจำลองเอสไออาร์ [8] แกนตั้งคือจำนวนประชากรในกลุ่มปิดทั้งหมด แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป [8] เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

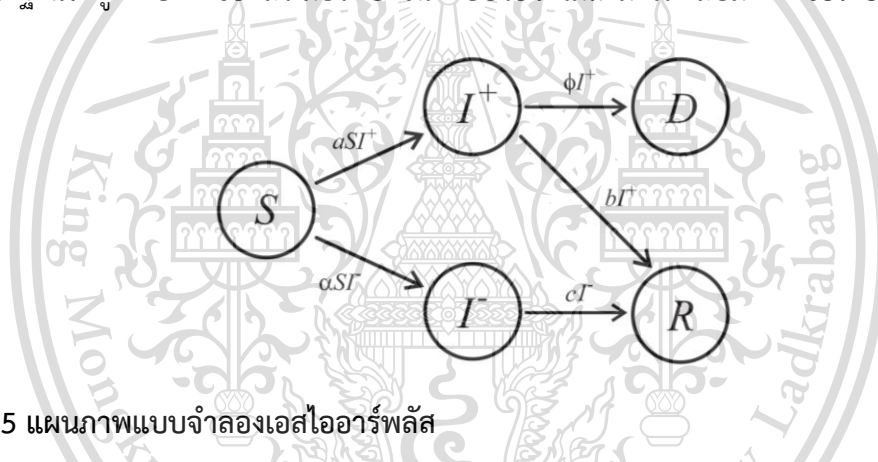
เส้นประชากรกลุ่มเสี่ยง (Susceptibles) แสดงจำนวนประชากรในกลุ่มเสี่ยงซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจำนวนประชากรในกลุ่มนี้จะลดลงเรื่อย ๆ เส้นผู้ติดเชื้อ (Infecteds) แสดงจำนวนผู้ติดเชื้อซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มมากขึ้นจนถึงค่าขีดแบ่งจำนวนผู้ติดเชื้อจะค่อยลดลงเรื่อย ๆ

จากรูปที่ 3.4 คือผลเฉลยเฉพาะที่สามารถหาได้จากวิธีออยเลอร์โดยการแก้สองสมการพร้อมกัน

3.3 แบบจำลองโรคระบาดเอสไออาร์พลัส

แบบจำลองที่นำเสนอนี้เป็นแบบจำลองที่มีการประยุกต์ใช้จากแบบจำลองเอสไออาร์ โดยแบ่งประชากรทั้งหมดออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ S คือกลุ่มเสี่ยง, I^+ คือกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ มีการตรวจพบและถูกบันทึกลงในสถิติ, I^- คือจำนวนประชากรที่ติดเชื้อแล้วแต่ยังไม่แสดงอาการทำให้ไม่บันทึกในสถิติ, R คือกลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้ว และ D คือกลุ่มผู้เสียชีวิต

เราสมมติฐานให้ผู้ที่เคยติดเชื้อแล้วเมื่อรักษาจนหายป่วยจะไม่สามารถกลับมาติดเชื้อได้อีกต่อไป



รูปที่ 3.5 แผนภาพแบบจำลองเอสไออาร์พลัส

จากแผนภาพนำมาเขียนสมการเชิงอนุพันธ์ได้

$$\begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= (- \text{การคลุกคลีระหว่างกลุ่มเสี่ยงกับกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ} - \text{การคลุกคลีระหว่าง} \\ &\quad \text{กลุ่มเสี่ยงกับกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการ}) \\ &= -aSI^+ - \alpha SI^- \end{aligned} \quad (3.12)$$

จากสมการ อัตราของกลุ่มเสี่ยงเมื่อเทียบกับเวลาลดลง เนื่องจากกลุ่มเสี่ยงคลุกคลีกับกลุ่มผู้ติดเชื้อ จึงกลายเป็นผู้ติดเชื้อ มีทั้งที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\begin{aligned} \frac{dI^+}{dt} &= (\text{การคลุกคลีระหว่างกลุ่มเสี่ยงกับกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ} - \text{การหายป่วยของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ} - \text{การเสียชีวิตของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ}) \\ &= aSI^+ - bI^+ - \phi I^+ \end{aligned} \quad (3.13)$$

จากสมการ อัตราของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการเมื่อเทียบกับเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลุ่มเสี่ยงคลุกคลีกับกลุ่มผู้ติดเชื้อ จึงกลายเป็นกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ และอัตราของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการเมื่อเทียบกับเวลาลดลง เนื่องจากกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการหายป่วยโดยมีเงื่อนไขว่าจะไม่กลับมาป่วยอีกเนื่องจากร่างกายมีภูมิคุ้มกัน และมีกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการเสียชีวิต

$$\begin{aligned} \frac{dI^-}{dt} &= (\text{การคลุกคลีระหว่างกลุ่มเสี่ยงกับกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการ} - \text{การหายป่วยของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการ}) \\ &= \alpha SI^- - cI^- \end{aligned} \quad (3.14)$$

จากสมการ อัตราของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการเมื่อเทียบกับเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลุ่มเสี่ยงคลุกคลีกับกลุ่มผู้ติดเชื้อ จึงกลายเป็นกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการ และอัตราของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการเมื่อเทียบกับเวลาลดลง เนื่องจากกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการหายป่วย ในกรณีกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการทางการแพทย์ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนจึงไม่สามารถทราบจำนวนผู้เสียชีวิตจากกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการได้

$$\frac{dD}{dt} = (\text{การเสียชีวิตของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ}) = \phi I^+ \quad (3.15)$$

จากสมการ อัตราของกลุ่มผู้เสียชีวิตเทียบกับเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการเสียชีวิต

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dt} &= (\text{การหายป่วยของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการ} + \text{การหายป่วยของกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการ}) \\ &= bI^+ + cI^- \end{aligned} \quad (3.16)$$

จากสมการ อัตราของกลุ่มผู้หายป่วยแล้วเทียบกับเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการหายป่วย ในกรณีทางการแพทย์ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนจึงไม่สามารถทราบจำนวนผู้หายป่วยแล้วจากกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากสมการเชิงอนุพันธ์ข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ในการหาผลเฉลยได้

(a) $\alpha = 5a$ หมายความว่า ถ้าสุ่มตรวจ 6 คนจะพบผู้ป่วยแสดงอาการ 1 คนและผู้ป่วยไม่แสดงอาการ 5 คน

(b) $R = S + I^+ + I^- - D$ จากสมมติฐานนี้ทำให้ไม่ต้องใช้สมการที่ 5 ในการวิเคราะห์

(c) $D = \phi I^+$ หรือ $\phi = \frac{D}{I^+}$ ซึ่งอัตราการเสียชีวิตหาได้จากอัตราการเสียชีวิตของผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการหรือตรวจพบ

(d) กำหนดให้กลุ่มเสี่ยง คือประชากรที่อ่อนแอและใช้ชีวิตอย่างไม่ระมัดระวังคิดเป็น 0.1 % ของประชากรทั้งประเทศ

(e) ผู้ติดเชื้อรักษาหายเฉลี่ย 14 วัน

ทั้งนี้สมมติฐานที่ตั้งไว้สามารถเปลี่ยนไปตามแต่ละพื้นที่ประเทศที่ได้มีการระบาดของโรคระบาด สายพันธุ์ของเชื้อไวรัสที่ได้มีการแพร่ระบาดและมาตรการป้องกันโรคติดต่อที่ทางหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมโรคระบาด

จัดรูปสมการ

จากสมการที่ 3.12 และสมมติฐาน a

$$\frac{dS}{dt} = -(\alpha + a)SI^+ \quad (3.17)$$

กำหนดให้ $\alpha + a = \gamma$ ได้

$$\frac{dS}{dt} = -\gamma SI^+ \quad (3.18)$$

จากสมการที่ 3.13

$$\frac{dI^+}{dt} = aSI^+ - (b + \phi) I^+ \quad (3.19)$$

กำหนดให้ $b + \phi = \beta$ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\frac{dI^+}{dt} = aSI^+ - \beta I^+ \quad (3.20)$$

จากนั้นเราจะนำระนาบเฟส (Phase plane) มาใช้กับระบบสมการเชิงอนุพันธ์ก่อนหน้านี้ เพื่อสำรวจพฤติกรรมการระบาดของโรค จากกฎลูกโซ่

$$\frac{dI^+}{dS} = \frac{dI^+/dt}{dS/dt} = \frac{aSI^+ - \beta I^+}{-\gamma SI^+} = -\frac{a}{\gamma} + \frac{\beta}{\gamma S} \quad (3.21)$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด

จากที่ได้ทราบเกี่ยวกับลักษณะของแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดในบทที่ 2 แล้ว ในบทนี้กล่าวถึงการวิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โรคระบาดโดยแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้ แบบจำลองเอสไออาร์ แบบจำลองเอสไออาร์พลัสแบบเงื่อนไขเริ่มต้นเดียว และแบบจำลองเอสไออาร์พลัสแบบ 4 เงื่อนไขเริ่มต้น โดยใช้ช่วงเวลาที่ยุคโควิด-19 เริ่มระบาด จนถึงช่วงการประกาศล็อกดาวน์ประเทศครั้งแรกและเปลี่ยนเงื่อนไขเริ่มต้นไปตามเวลาที่ออกมาตรการต่าง ๆ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ของประเทศที่ทำการศึกษา โดยแบ่งเป็นช่วงเวลาดังนี้ ช่วงแรกคือช่วงที่ยังไม่มีการประกาศมาตรการใด ๆ ช่วงที่สองคือช่วงที่มีการประกาศมาตรการให้เป็นพื้นที่สีแดงบางพื้นที่ โดยพื้นที่สีแดงคือพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อและมีการปิดพื้นที่ในส่วนนี้ ช่วงที่สามคือช่วงที่มีการประกาศมาตรการให้เป็นพื้นที่สีแดงทุกพื้นที่ และช่วงที่สี่คือช่วงที่มีการประกาศมาตรการล็อกดาวน์ ห้ามไม่ให้ประชาชนในพื้นที่นอกพื้นที่และห้ามประชาชนจากพื้นที่อื่นเข้ามาในพื้นที่ล็อกดาวน์ สถานที่ที่ไม่เกี่ยวกับการดำรงชีวิตประจำวันต่าง ๆ ถูกปิดทั้งหมด ยกเว้นสถานที่ที่จำเป็นสามารถเปิดได้แต่มีกำหนดเวลาในการเปิด-ปิด ห้ามจัดกิจกรรมที่มีการรวมตัวกันเป็นจำนวนมาก มีการเว้นระยะห่างทางสังคม มีประเทศที่ได้นำมาเป็นตัวอย่างเป็นการศึกษาด้วยกัน 4 ประเทศ ได้แก่ ประเทศอินเดีย ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเยอรมนีและประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศไทย อินเดีย

ตารางที่ 4.1 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด

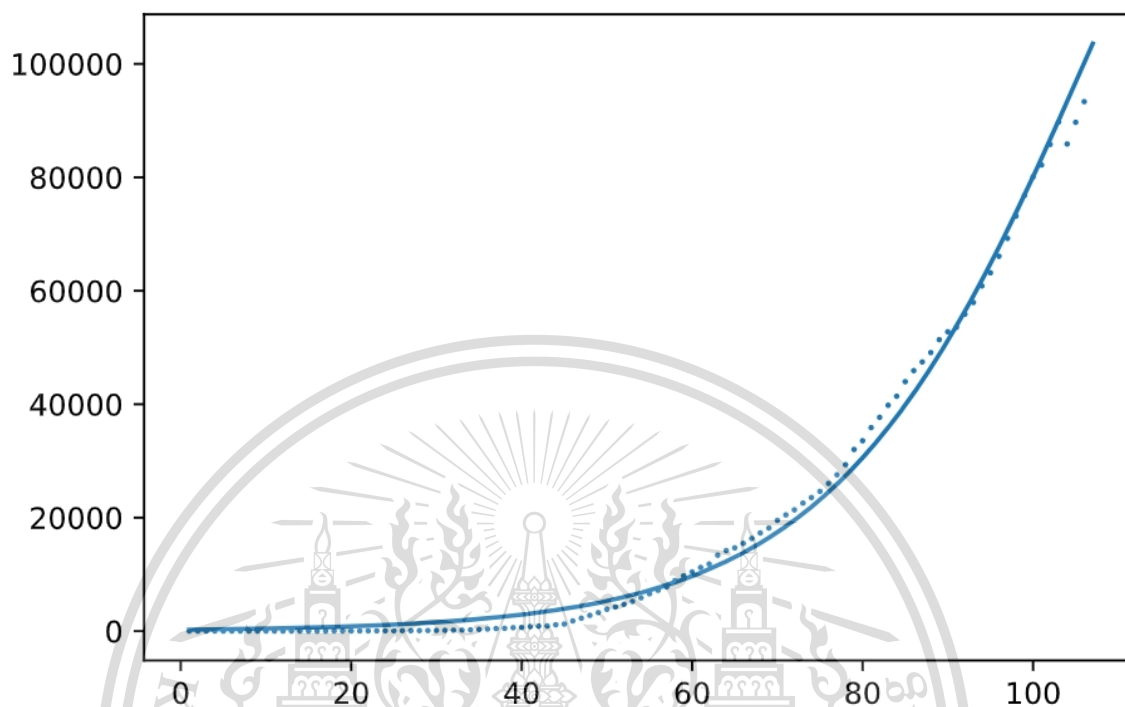
เงื่อนไขเริ่มต้น	แบบจำลอง เอสไออาร์	แบบจำลอง เอสไออาร์พอส (เงื่อนไข เริ่มต้น เดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พอส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)			
			ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
วันเริ่มต้นการ พยากรณ์	15/2/2563	15/2/2563	15/2/2563	11/3/2563	19/3/2563	25/3/2563
วันสุดท้ายการ พยากรณ์	31/5/2563	31/5/2563	11/3/2563	19/3/2563	25/3/2563	31/5/2563
กลุ่มเสี่ยง (คน)	1,000,000	140,000	1,200,000	1,300,000	1,400,000	1,800,000
วันที่ทำการ รักษาจนหาย ป่วยหรือไม่ สามารถแพร่ เชื้อต่อได้ (t_i)	14	21	16.5	16.5	16.5	16
ϕ	-	0.0522	0	0.0202	0.0192	0.0402
β (1/วัน)	-	0.0476	0.0606	0.0606	0.0606	0.0625
γ (1/คน*วัน)	-	2.01×10^{-7}	1.16×10^{-6}	5.47×10^{-7}	5.83×10^{-7}	3.87×10^{-7}
α	-	1.35×10^{-7}	8.57×10^{-7}	3.95×10^{-7}	4.21×10^{-7}	3.01×10^{-7}
a (1/คน*วัน)	7.98×10^{-8}	6.59×10^{-8}	3.06×10^{-7}	1.52×10^{-7}	1.62×10^{-7}	8.59×10^{-8}
B (1/วัน)	0.0414	0.0476	0.0606	0.0606	0.0606	0.0625
k	-	3.05	3.80	3.60	3.60	4.50

จากตารางที่ 4.1 นำเงื่อนไขเริ่มต้นมาพล็อตกราฟแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

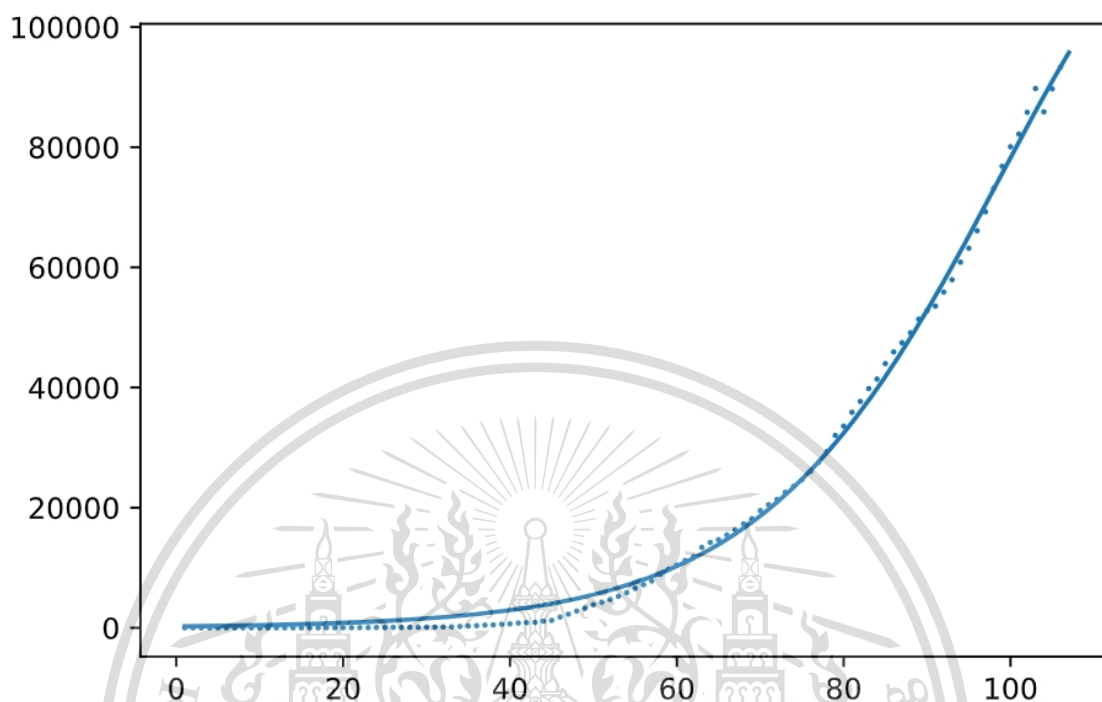


รูปที่ 4.1 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื่อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) ของประเทศอินเดีย แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื่อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป ตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

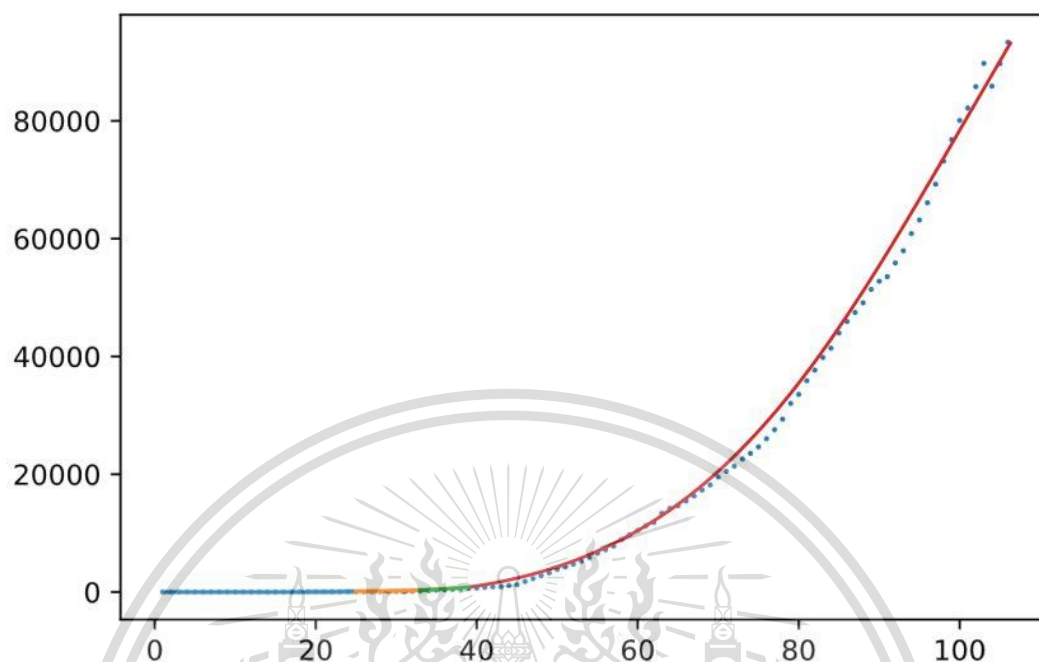


รูปที่ 4.2 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื่อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พัสในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) ของประเทศไทย แขนงตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื่อที่ยังรักษาตัว แขนงนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไปตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.3 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสด้วย 4 เงื่อนไขเริ่มต้นของประเทศไทย

ในการวิเคราะห์ที่โดยแบ่งเป็น 4 เงื่อนไขเริ่มต้นคือช่วงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 11 มีนาคม 2563 ทางกรอินเดียยังไม่มีประกาศเกี่ยวกับมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 (เส้นสีน้ำเงิน) ช่วงวันที่ 11 มีนาคม 2563 ถึง 19 มีนาคม 2563 ทางกรอินเดียมีการประกาศปิดบางพื้นที่ (เส้นสีส้ม) ช่วงวันที่ 19 มีนาคม 2563 ถึง 25 มีนาคม 2563 ทางกรอินเดียมีการประกาศปิดพื้นที่ทุกพื้นที่ (เส้นสีเขียว) และช่วงวันที่ 25 มีนาคม 2563 ถึง 31 พฤษภาคม 2563 ทางกรอินเดียมีการประกาศล็อกดาวน์ประเทศ (เส้นสีแดง) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศไทย

ตารางที่ 4.2 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด

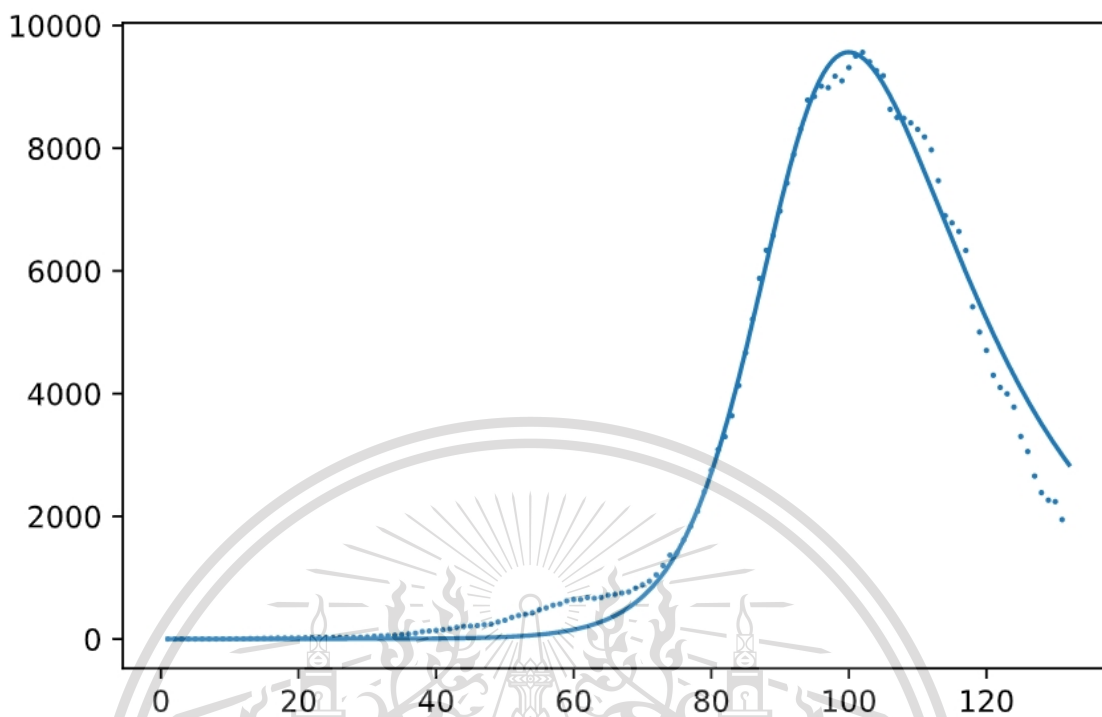
เงื่อนไขเริ่มต้น	แบบจำลองเอสไออาร์	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)			
			ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
วันเริ่มต้นการพยากรณ์	15/1/2563	15/1/2563	15/1/2563	27/2/2563	07/4/2563	16/4/2563
วันสุดท้ายการพยากรณ์	25/5/2563	25/5/2563	27/2/2563	07/4/2563	16/4/2563	25/5/2563
กลุ่มเสี่ยง (คน)	20,000	100,000	80,000	80,000	150,000	100,000
วันที่ทำการรักษาจนหายป่วยหรือไม่สามารถแพร่เชื้อต่อได้ (t_r)	15	15	15	15	15	15
ϕ	-	0.0121	0.0047	0.0182	0.0105	0.0225
β (1/วัน)	-	0.0788	0.0714	0.0849	0.0771	0.0892
γ (1/คน*วัน)	-	8.05×10^{-6}	1.01×10^{-5}	9.10×10^{-6}	9.94×10^{-6}	8.68×10^{-6}
α	-	6.39×10^{-6}	7.68×10^{-6}	7.43×10^{-6}	8.52×10^{-6}	7.44×10^{-6}
a (1/คน*วัน)	8.22×10^{-6}	1.66×10^{-6}	2.40×10^{-6}	1.67×10^{-6}	1.42×10^{-6}	1.24×10^{-6}
b (1/วัน)	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667
k	-	4.85	4.20	5.45	7.00	7.00

จากตารางที่ 4.2 นำเงื่อนไขเริ่มต้นมาพล็อตกราฟแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

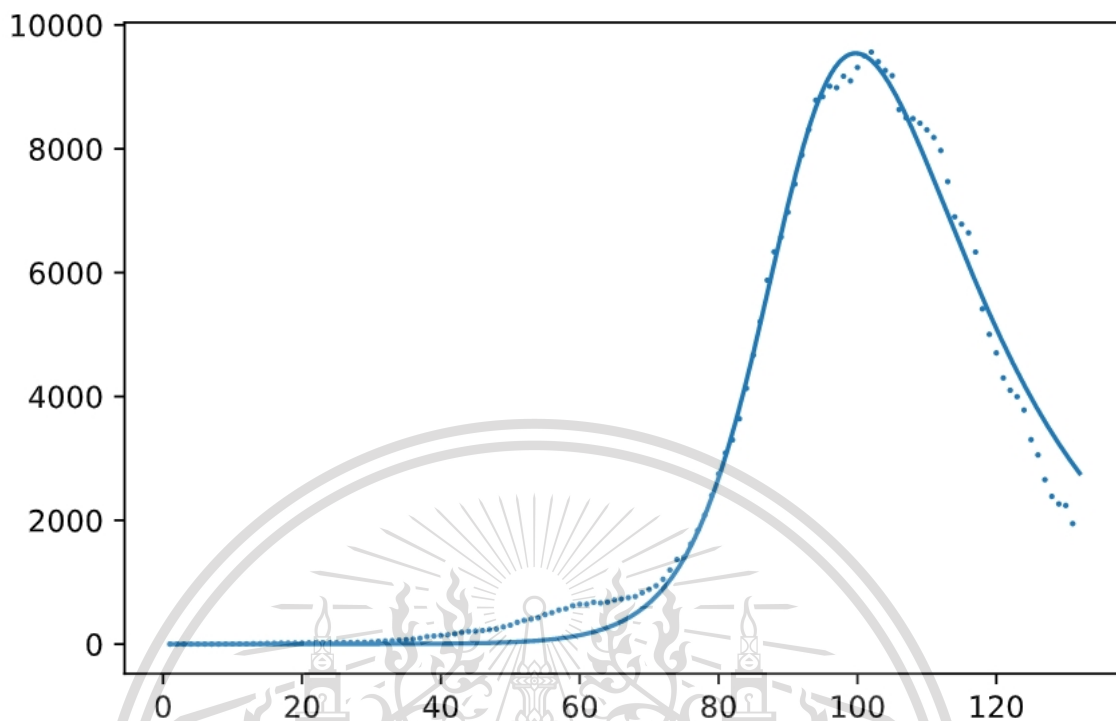


รูปที่ 4.4 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป ตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

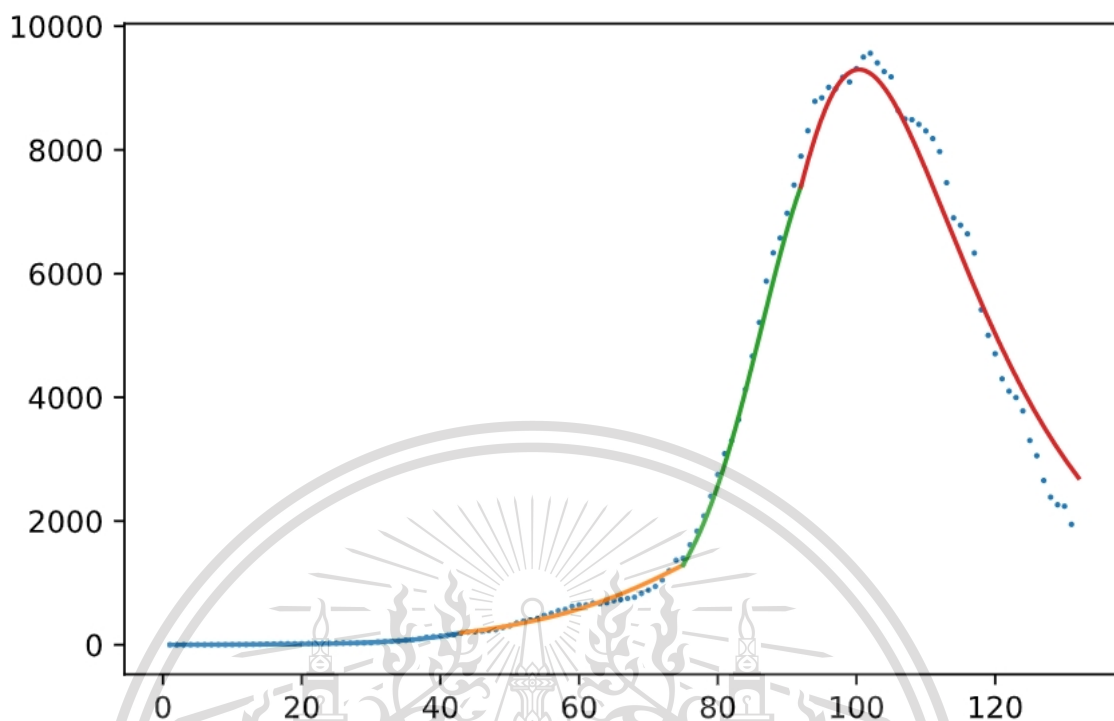


รูปที่ 4.5 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พีส์ในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไปตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.6 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัส

ในการวิเคราะห์ที่โดยแบ่งเป็น 4 เดือนไซเริ่มต้นคือช่วงวันที่ 15 มกราคม 2563 ถึง 27 กุมภาพันธ์ 2563 ทางการญี่ปุ่นยังไม่มีประกาศเกี่ยวกับมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 (เส้นสีน้ำเงิน) ช่วงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 30 มีนาคม 2563 ทางการญี่ปุ่นมีการประกาศปิดบางพื้นที่ (เส้นสีส้ม) ช่วงวันที่ 30 มีนาคม 2563 ถึง 16 เมษายน 2563 ทางการญี่ปุ่นมีการประกาศปิดพื้นที่ทุกพื้นที่ (เส้นสีเขียว) และช่วงวันที่ 16 เมษายน 2563 ถึง 25 พฤษภาคม 2563 ทางการญี่ปุ่นมีการประกาศล็อกดาวน์ประเทศ (เส้นสีแดง) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศไทย เยอรมนี

ตารางที่ 4.3 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดประเทศไทยเยอรมนี

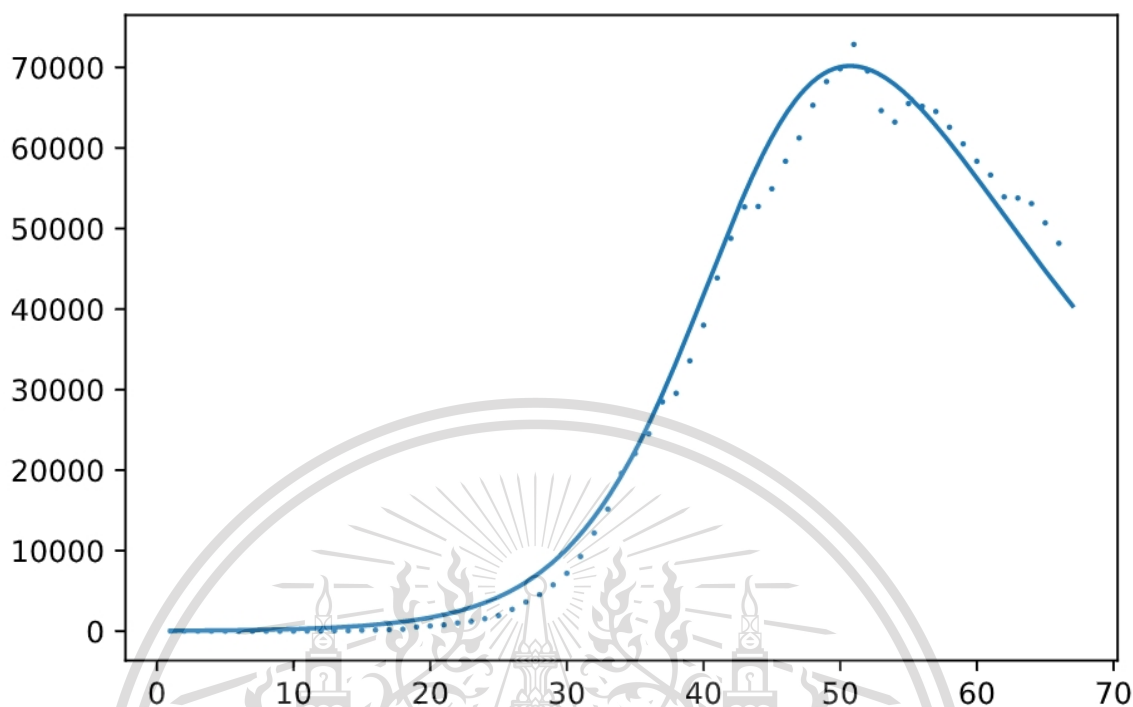
เงื่อนไขเริ่มต้น	แบบจำลอง เอสไออาร์	แบบจำลอง เอสไออาร์พอส (เงื่อนไข เริ่มต้น เดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พอส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)			
			ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
วันเริ่มต้นการ พยากรณ์	15/2/2563	15/2/2563	15/2/2563	16/3/2563	22/3/2563	6/4/2563
วันสุดท้ายการ พยากรณ์	21/4/2563	21/4/2563	16/3/2563	22/3/2563	6/4/2563	21/4/2563
กลุ่มเสี่ยง (คน)	155,000	200,000	200,000	240,000	250,000	270,000
วันที่ทำการ รักษาจนหาย ป่วยหรือไม่ สามารถแพร่ เชื้อต่อได้ (t_r)	14	18.5	18.5	14.5	16	12.5
ϕ	-	0.0141	0.0000	0.0023	0.0070	0.0418
β (1/วัน)	-	0.0682	0.0541	0.0713	0.0695	0.1220
γ (1/คน*วัน)	-	1.72×10^{-6}	4.32×10^{-6}	3.84×10^{-6}	1.43×10^{-6}	7.24×10^{-7}
α	-	1.15×10^{-6}	2.88×10^{-6}	2.54×10^{-6}	6.14×10^{-7}	4.56×10^{-7}
a (1/คน*วัน)	1.39×10^{-6}	5.73×10^{-7}	1.44×10^{-6}	1.30×10^{-6}	8.18×10^{-7}	2.68×10^{-7}
b (1/วัน)	0.0714	0.0541	0.0541	0.0690	0.0625	0.0800
k	-	3.00	3.00	2.95	1.75	2.70

จากตารางที่ 4.3 นำเงื่อนไขเริ่มต้นมาพล็อตกราฟแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

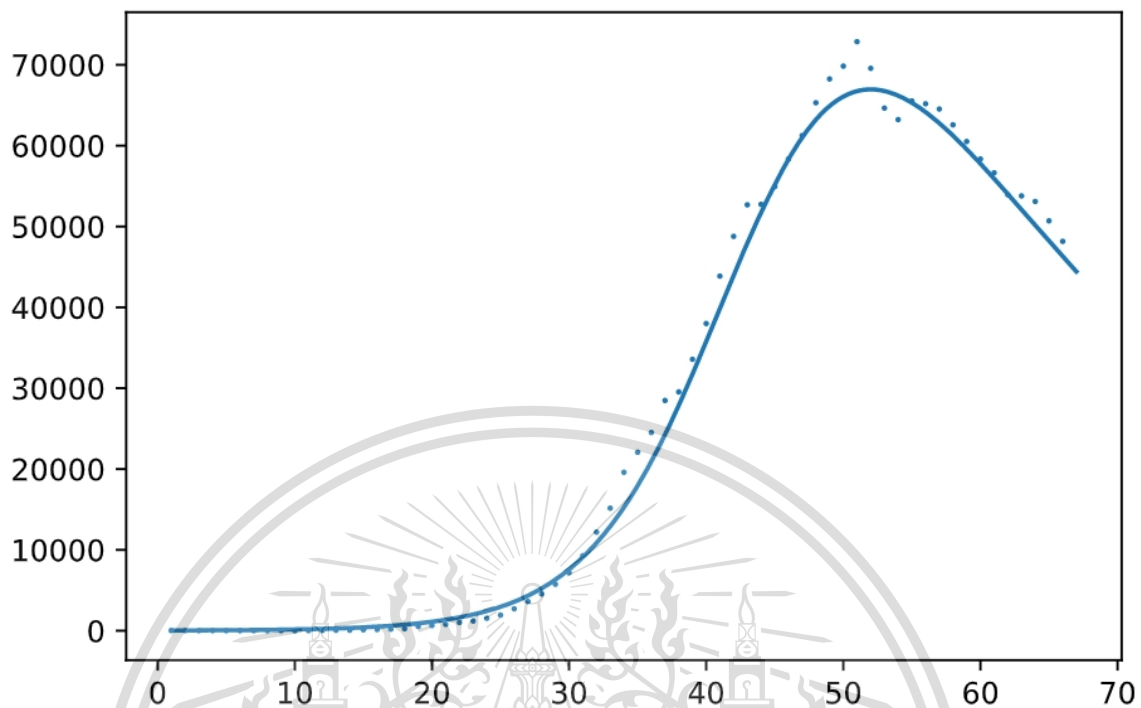


รูปที่ 4.7 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป ตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 21 เมษายน พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

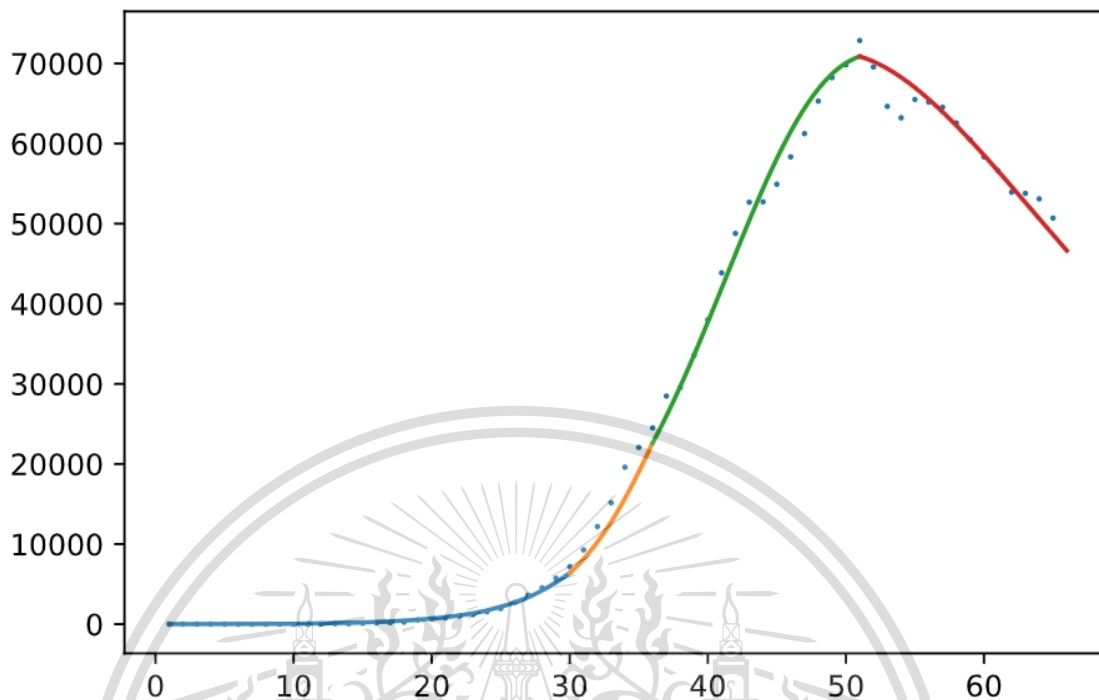


รูปที่ 4.8 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป ตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 21 เมษายน พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.9 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัส

ในการวิเคราะห์ที่โดยแบ่งเป็น 4 เดือนเริ่มต้นคือช่วงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 16 มีนาคม 2563 ทางกรมอนามัยยังไม่ประกาศเกี่ยวกับมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 (เส้นสีน้ำเงิน) ช่วงวันที่ 16 มีนาคม 2563 ถึง 22 มีนาคม 2563 ทางกรมอนามัยมีการประกาศปิดบางพื้นที่ (เส้นสีส้ม) ช่วงวันที่ 22 มีนาคม 2563 ถึง 6 เมษายน 2563 ทางกรมอนามัยมีการประกาศปิดพื้นที่ทุกพื้นที่ (เส้นสีเขียว) และช่วงวันที่ 6 เมษายน 2563 ถึง 21 เมษายน 2563 ทางกรมอนามัยมีการประกาศปิดกั้นประเทศ (เส้นสีแดง) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การวิเคราะห์แบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดของไวรัสโควิด-19 ของประเทศไทย

ตารางที่ 4.4 ตารางเงื่อนไขเริ่มต้นในงานสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดประเทศไทย

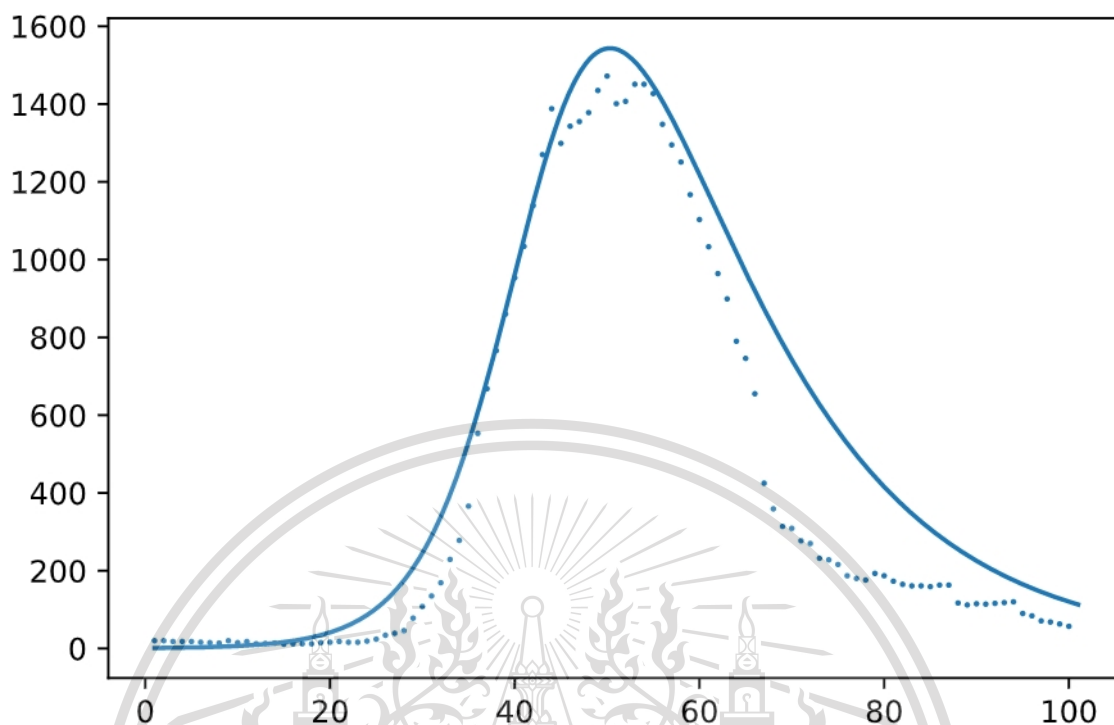
เงื่อนไขเริ่มต้น	แบบจำลองเอสไออาร์	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)			
			ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
วันเริ่มต้นการพยากรณ์	15/2/2563	15/2/2563	15/2/2563	18/3/2563	26/3/2563	11/4/2563
วันสุดท้ายการพยากรณ์	1/5/2563	1/5/2563	18/3/2563	26/3/2563	11/4/2563	1/5/2563
กลุ่มเสี่ยง (คน)	3,000	21,000	5,000	20,000	18,000	18,000
วันที่ทำการรักษาจนหายป่วยหรือไม่สามารถแพร่เชื้อต่อได้ (t_r)	14	15	18	14	14	14
ϕ	-	0.0018	0.0048	0.0390	0.1650	0.7887
β (1/วัน)	-	0.0685	0.0604	0.1100	0.2360	0.8600
γ (1/คน*วัน)	-	9.69×10^{-5}	8.79×10^{-5}	2.74×10^{-6}	1.02×10^{-5}	9.07×10^{-6}
α	-	8.53×10^{-5}	5.65×10^{-5}	2.25×10^{-6}	8.41×10^{-6}	7.45×10^{-6}
a (1/คน*วัน)	6.27×10^{-5}	1.16×10^{-5}	3.14×10^{-5}	4.89×10^{-7}	1.79×10^{-6}	1.62×10^{-6}
b (1/วัน)	0.0714	0.0667	0.0556	0.0714	0.0714	0.0714
k	-	8.35	2.80	5.60	5.70	5.60

จากตารางที่ 4.4 นำเงื่อนไขเริ่มต้นมาพล็อตกราฟแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

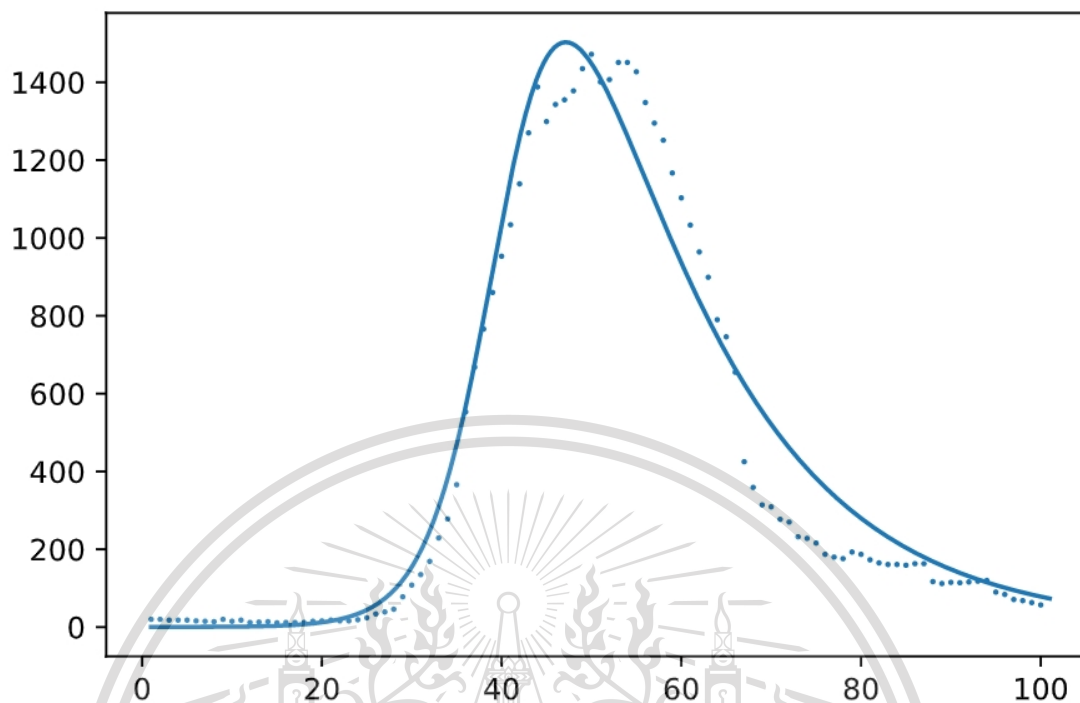


รูปที่ 4.10 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื่อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์ในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื่อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป ตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

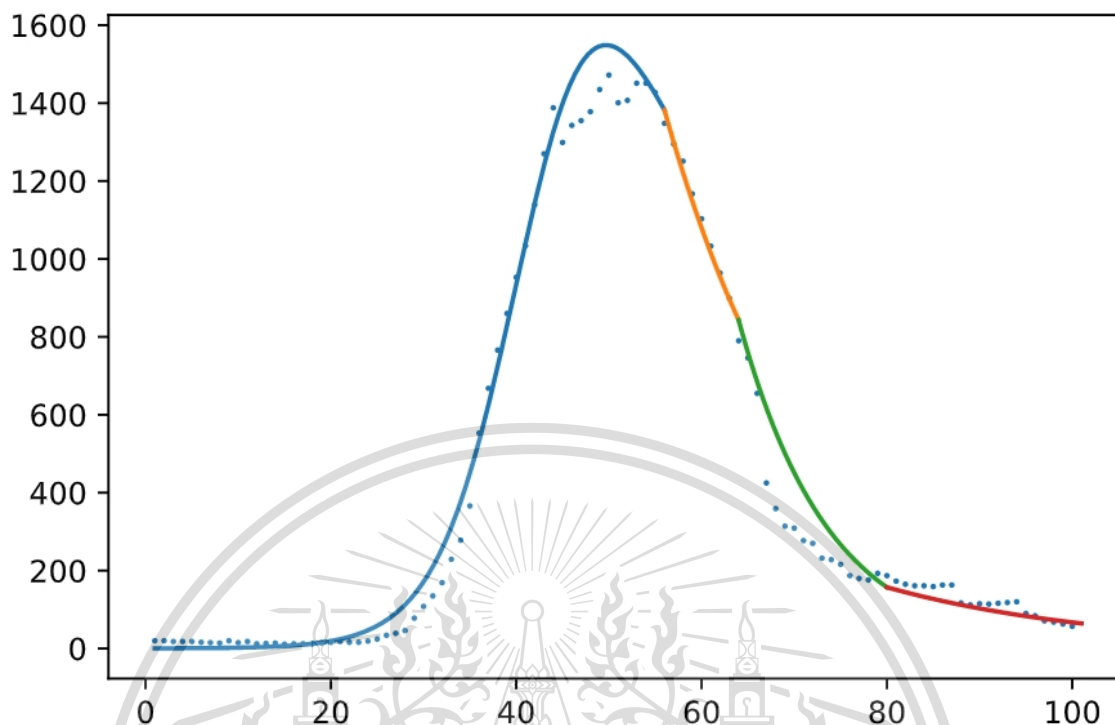


รูปที่ 4.11 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสในการวิเคราะห์ (เส้นน้ำเงิน) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป ตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.12 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวเมื่อเวลาผ่านไปโดยใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัส

ในการวิเคราะห์ที่โดยแบ่งเป็น 4 เจ็นไอเริ่มต้นคือช่วงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 18 มีนาคม 2563 ทางกรไทยยังไม่มีประกาศเกี่ยวกับมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 (เส้นสีน้ำเงิน) ช่วงวันที่ 18 มีนาคม 2563 ถึง 26 มีนาคม 2563 ทางกรไทยมีการประกาศปิดบางพื้นที่ (เส้นสีส้ม) ช่วงวันที่ 26 มีนาคม 2563 ถึง 11 เมษายน 2563 ทางกรไทยมีการประกาศปิดพื้นที่ทุกพื้นที่ (เส้นสีเขียว) และช่วงวันที่ 11 เมษายน 2563 ถึง 1 พฤษภาคม 2563 ทางกรไทยมีการประกาศล็อกดาวน์ประเทศ (เส้นสีแดง) เทียบกับข้อมูลจริง (จุดน้ำเงิน) แกนตั้งคือจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัว แกนนอนคือจำนวนวันที่ผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดเอสไออาร์และเอสไออาร์พลัสของโรคโควิด-19 ของประเทศอินเดีย ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเยอรมนีและประเทศไทย พบว่าข้อมูลจากจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่รายวันที่บันทึกไว้โดยหน่วยงานขององค์การอนามัยโลก เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดเอสไออาร์และเอสไออาร์พลัสทั้งหนึ่งเงื่อนไขเริ่มต้นและสี่เงื่อนไขเริ่มต้น โดยใช้การหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจริงเทียบกับแบบจำลองด้วยวิธีการหารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE)

จากบทที่ 4 ได้มีการกล่าวถึงแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดเอสไออาร์และเอสไออาร์ พลัสของโรคโควิด-19 ของประเทศอินเดีย ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเยอรมนีและประเทศไทย พบว่าข้อมูลจากจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่รายวันที่บันทึกไว้โดยหน่วยงานขององค์การอนามัยโลก เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดเอสไออาร์และเอสไออาร์พลัสทั้งหนึ่งเงื่อนไขเริ่มต้นและสี่เงื่อนไขเริ่มต้น มีค่าของข้อมูลเทียบกันดังนี้

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ (คน) จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศอินเดีย

วันที่	ข้อมูลจริง	แบบจำลองเอสไออาร์	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)
1	0	260	239	0
2	0	276	256	0
3	0	294	273	0
4	0	313	291	0
5	0	333	310	0
6	0	354	331	0
7	0	377	353	0
8	0	401	377	0
9	0	427	402	0
10	0	454	429	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกหนึ่งท่านมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

11	0	483	457	1
12	0	514	488	2
13	0	547	521	2
14	0	582	555	3
15	0	619	592	5
16	3	659	632	7
17	4	701	674	9
18	26	745	719	13
19	27	793	767	17
20	28	844	818	24
21	31	898	872	32
22	37	955	931	44
23	43	1016	993	61
24	58	1081	1059	83
25	58	1150	1129	106
26	69	1223	1204	122
27	70	1301	1284	141
28	88	1384	1369	162
29	99	1472	1460	186
30	114	1566	1557	214
31	126	1665	1660	246
32	152	1771	1770	283
33	170	1884	1887	317
34	221	2004	2012	376
35	304	2131	2145	447
36	365	2266	2287	530
37	455	2410	2438	630
38	486	2563	2599	747
39	602	2725	2770	857
40	662	2898	2952	940
41	794	3081	3146	1031
42	879	3276	3353	1130
43	902	3483	3573	1240
44	1117	3703	3807	1359

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

45	1239	3937	4056	1490
46	1792	4185	4321	1634
47	2280	4448	4602	1791
48	2781	4728	4902	3417
49	3260	5024	5220	3792
50	3843	5339	5559	4249
51	4267	5674	5919	4747
52	4723	6029	6301	5203
53	5232	6405	6707	5758
54	5863	6804	7137	6321
55	6577	7228	7595	6916
56	7189	7676	8080	7569
57	7794	8152	8595	8221
58	8914	8657	9141	8931
59	9735	9191	9719	9657
60	10440	9757	10332	10448
61	11214	10356	10981	11231
62	11825	10990	11668	12120
63	13381	11662	12395	12952
64	14202	12372	13164	13955
65	14674	13123	3976	14942
66	15460	13917	14833	15921
67	16319	14756	15738	16957
68	17306	15642	16693	18115
69	18171	16578	17699	19347
70	19519	17565	18759	20530
71	20486	18606	19874	21802
72	21375	19704	21046	23107
73	22569	20860	22278	24445
74	23546	22078	23570	25864
75	24641	23359	24925	27389
76	26027	24706	26344	28939
77	27557	26121	27829	30546
78	29339	27607	29380	32055

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

79	32024	29166	30998	33760
80	33565	30800	32685	35489
81	35871	32515	34441	37308
82	37686	34303	36266	39110
83	39823	36175	38160	41076
84	41406	38130	40122	42993
85	43980	40168	42151	44983
86	45925	42293	44247	47022
87	47457	44503	46406	48533
88	49104	46800	48627	51422
89	51379	49184	50908	53401
90	52773	51655	53246	55481
91	53553	54211	55646	57781
92	55878	56853	58094	59951
93	57939	59578	60587	52234
94	60864	62383	63119	64535
95	63172	65267	65684	66818
96	66089	68226	68275	69135
97	69244	71256	70886	71419
98	73170	74351	73507	73768
99	76820	77507	76133	76174
100	80072	80721	78754	78572
101	82172	83997	81361	80938
102	85803	97315	83946	83238
103	89755	90668	86499	85522
104	85884	94046	89011	87903
105	89706	97441	91473	90285
106	93349	100842	93875	92626

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ (คน) จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศไทย

วันที่	ข้อมูลจริง	แบบจำลองเอสไออาร์	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)
1	1	0	0	1
2	1	0	0	1
3	1	0	0	1
4	1	0	0	1
5	1	0	0	1
6	1	0	0	1
7	1	0	0	2
8	1	0	0	2
9	2	0	0	2
10	3	0	0	3
11	4	0	0	3
12	4	0	0	4
13	7	0	0	4
14	8	0	0	5
15	12	0	0	5
16	14	0	0	6
17	17	0	0	7
18	17	0	0	8
19	17	0	0	9
20	19	0	0	11
21	22	0	0	12
22	25	0	0	14
23	25	0	0	16
24	25	0	0	18
25	25	0	0	20
26	27	0	0	23
27	26	0	0	26
28	27	1	0	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดลอกเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีเอกสารฉบับนี้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

29	30	1	1	34
30	33	1	1	39
31	45	1	1	44
32	50	2	1	50
33	56	2	2	57
34	63	3	2	65
35	72	3	2	73
36	81	3	3	83
37	95	4	3	94
38	121	5	4	107
39	131	6	5	121
40	141	7	6	137
41	150	8	7	156
42	166	9	8	176
43	190	11	10	195
44	205	13	11	208
45	211	15	13	223
46	220	17	16	238
47	234	20	19	254
48	243	24	22	272
49	278	28	26	290
50	306	33	30	310
51	352	383	35	331
52	384	45	41	353
53	404	52	48	376
54	427	61	57	401
55	476	71	66	427
56	508	83	78	455
57	551	97	91	485
58	572	114	106	515
59	621	133	124	548
60	644	155	145	582
61	645	180	170	618
62	676	210	198	656

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ภายใต้อะไรก็ตาม

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

63	664	245	232	695
64	679	285	271	736
65	713	331	316	780
66	728	385	368	824
67	750	448	429	919
68	769	520	499	969
69	829	603	581	1021
70	884	699	675	1074
71	943	809	783	1129
72	1047	935	908	1185
73	1197	1079	1050	1243
74	1367	1242	1213	1492
75	1399	1428	1398	1290
76	1617	1637	1607	1493
77	1837	1872	1842	1724
78	2082	2135	2106	1983
79	2401	2426	2399	2272
80	2751	2746	2722	2591
81	3089	3095	3075	2941
82	3298	3474	3457	3319
83	3639	3878	3867	3724
84	4131	4307	4302	4150
85	4665	4757	4758	4593
86	5210	5226	5235	5046
87	5878	5706	5721	5499
88	6336	6189	6210	5945
89	6575	6666	6693	6374
90	6976	7129	7160	6777
91	7431	7570	7604	7146
92	7898	7981	8015	7410
93	8310	8353	8386	7824
94	8785	8681	8711	8195
95	8842	8961	8985	8517
96	9011	9188	9205	8787

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

97	8987	9362	9369	9000
98	9173	9481	9479	9155
99	9098	9548	9534	9253
100	9314	9564	9539	9296
101	9501	9533	9496	9288
102	9562	9458	9411	9232
103	9407	9345	9287	9133
104	9266	9197	9129	8997
105	9181	9020	8942	8828
106	8634	8817	8731	8631
107	8500	8594	8500	8411
108	8488	8354	8253	8173
109	8413	8100	7994	7920
110	8307	7837	7726	7658
111	8183	7567	7452	7387
112	7973	7293	7176	7113
113	7470	7017	6898	6836
114	6901	6741	6621	6560
115	6783	6467	6346	6286
116	6643	6197	6076	6016
117	6333	5931	5810	5750
118	5415	5670	5551	5490
119	5003	5416	5298	5237
120	4704	5168	5052	4991
121	4299	4928	4814	4753
122	4100	4696	4584	4522
123	3996	4471	4362	4300
124	3780	4255	4149	4087
125	3302	4047	3943	3881
126	3056	3847	3764	3684
127	2656	3655	3557	3496
128	2386	3671	3376	3316
129	2264	3295	3204	3143
130	2240	3127	3038	2976

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์เชิงการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

131	1946	2966	2881	2822
-----	------	------	------	------

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ (คน) จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศไทย

วันที่	ข้อมูลจริง	แบบจำลองเอสไออาร์	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)
1	13	47	25	7
2	9	57	30	9
3	7	69	37	12
4	7	83	45	15
5	3	101	55	19
6	2	122	68	24
7	2	147	83	31
8	2	178	102	40
9	2	216	124	51
10	3	261	125	64
11	11	315	186	82
12	32	381	227	104
13	58	460	277	132
14	63	555	339	168
15	114	671	414	214
16	149	810	506	271
17	187	977	617	344
18	246	1179	754	436
19	528	1421	919	553
20	652	1713	1121	700
21	782	2063	1367	886
22	1022	2483	1665	1120
23	1204	2985	2026	1414
24	1545	3585	2464	1782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

25	1938	4300	2993	2240
26	2714	5149	3630	2809
27	3621	6155	4397	3512
28	4544	7340	5315	4371
29	5754	8730	6409	5415
30	7188	10353	7708	6398
31	9274	12232	9240	8202
32	12194	14393	11033	10411
33	15161	16853	13115	13057
34	19600	19626	15507	17141
35	22071	22719	18226	19618
36	24513	26150	21273	24619
37	28480	29877	26639	27045
38	29542	33858	28292	29770
39	33570	38030	32183	33752
40	37998	42313	36240	37931
41	43862	46608	40374	42228
42	48781	50807	44482	48547
43	52683	54799	48455	51782
44	52740	58476	52187	53824
45	54933	61743	55604	55567
46	58350	64525	58711	59918
47	61247	66769	61353	61802
48	65309	68447	63490	65168
49	68248	69557	65105	68987
50	69839	70114	66204	70252
51	72865	70154	66809	70877
52	69566	69723	66958	70231
53	64647	68874	66695	69339
54	63221	67665	66071	68226
55	65522	66154	65137	66918
56	65181	64396	63943	65440
57	64532	62442	62536	63818
58	62578	60341	60960	62076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์เชิงการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

59	60515	58133	59253	60237
60	58349	55855	57448	58323
61	56646	53538	55575	56354
62	53931	51208	53660	54347
63	53786	48887	51722	52320
64	53100	46592	49779	50285
65	50703	44339	47846	48257
66	48167	42138	45935	46271

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ (คน) จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น) ของประเทศไทย

วันที่	ข้อมูลจริง	แบบจำลองเอสไออาร์	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)
1	20	1	1	1
2	20	1	1	1
3	18	1	1	1
4	18	2	1	1
5	18	2	1	1
6	16	2	1	1
7	15	3	1	2
8	14	4	1	2
9	20	5	1	2
10	15	6	1	2
11	18	7	1	2
12	12	9	1	3
13	13	11	1	4
14	14	13	2	5
15	11	16	3	6
16	12	19	4	8
17	12	23	5	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

18	12	28	7	12
19	15	34	9	15
20	16	41	12	19
21	18	49	15	24
22	16	60	20	30
23	16	72	26	38
24	19	86	34	47
25	24	103	44	59
26	34	123	57	74
27	39	147	74	92
28	46	176	95	114
29	78	209	122	141
30	108	247	156	174
31	135	291	198	214
32	169	342	250	262
33	229	399	313	318
34	278	464	388	384
35	366	535	475	459
36	553	612	573	544
37	668	696	684	637
38	766	784	803	738
39	860	876	926	843
40	953	970	1048	949
41	1034	1063	1162	1055
42	1139	1153	1265	1158
43	1270	1238	1651	1253
44	1388	1315	1419	1338
45	1299	1382	1466	1409
46	1343	1439	1493	1466
47	1355	1483	1502	1507
48	1378	1515	1496	1534
49	1435	1535	1476	1547
50	1472	1543	1444	1547
51	1401	1540	1405	1536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

52	1407	1527	1359	1516
53	1451	1506	1309	1488
54	1451	1477	1256	1454
55	1427	1442	1201	1415
56	1348	1402	1145	1381
57	1295	1358	1090	1297
58	1251	1311	1035	1217
59	1167	1263	982	1142
60	1103	1212	930	1072
61	1033	1161	880	1006
62	964	1110	831	945
63	899	1060	785	886
64	790	1010	740	843
65	746	961	698	759
66	655	913	658	683
67	425	866	619	614
68	359	821	583	553
69	314	778	549	497
70	309	736	516	447
71	277	696	485	402
72	270	658	456	361
73	232	622	429	325
74	228	587	403	292
75	216	554	379	262
76	187	522	356	236
77	180	492	334	212
78	176	464	314	190
79	193	437	295	171
80	187	411	276	157
81	173	387	260	150
82	165	364	244	144
83	161	343	229	138
84	161	322	215	132
85	159	303	201	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

86	163	285	189	121
87	163	268	177	116
88	117	252	166	111
89	112	237	156	106
90	115	222	146	102
91	114	209	137	98
92	116	196	129	94
93	118	184	121	90
94	120	173	113	86
95	90	162	106	82
96	84	153	99	79
97	71	143	93	75
98	68	134	87	72
99	63	126	82	69
100	57	118	77	66

โดยใช้การหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจริงเทียบกับแบบจำลองด้วยวิธีการหารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE)

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากข้อมูลจำนวนผู้ติดเชื้อที่ยังรักษาตัวอยู่ (คน) จากข้อมูลจริง, แบบจำลองเอสไออาร์, แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว) และ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)

	แบบจำลองเอสไออาร์	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (เงื่อนไขเริ่มต้นเดียว)	แบบจำลองเอสไออาร์พลัส (4 เงื่อนไขเริ่มต้น)
ประเทศอินเดีย	2395.909	1753.524	1473.495
ประเทศญี่ปุ่น	333.621	323.262	290.296
ประเทศเยอรมนี	2867.169	1894.563	1272.95
ประเทศไทย	168.167	108.749	62.066

จากตารางที่ 5.5 พบว่าในประเทศอินเดีย ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเยอรมนีและประเทศไทย แบบจำลองที่มีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยมากที่สุดคือ แบบจำลองเอสไออาร์ แบบจำลองเอสไออาร์พลัส ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม เงื่อนไขเริ่มต้นเดียวและแบบจำลองเอสไออาร์พลัส 4 เงื่อนไขเริ่มต้น ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุของการ

คลาดเคลื่อนเป็นไปได้หลายกรณี เช่น จำนวนผู้ติดเชื้อในความเป็นจริงมีทั้งผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการ โดยแบบจำลองเอสไออาร์วิเคราะห์เพียงผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการเพียงอย่างเดียว กลุ่มของผู้ที่หายป่วยแล้วในแบบจำลองเอสไออาร์ โดยวิเคราะห์จำนวนผู้ที่หายป่วยแล้วรวมกับผู้เสียชีวิตทำให้ยอดผู้ติดเชื้อที่ยังรักษามีความคลาดเคลื่อนและจำนวนกลุ่มเสี่ยงที่สอดคล้องกับข้อมูลของกลุ่มผู้ติดเชื้อมันยังไม่แน่นอนในบางพื้นที่ ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวสามารถแก้ไขโดยแบบจำลองเอสไออาร์พลัส ซึ่งได้มีการแยกกลุ่มผู้ติดเชื้อออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ติดเชื้อที่แสดงอาการและกลุ่มผู้ติดเชื้อที่ไม่แสดงอาการ โดยแต่ละกลุ่มมีอัตราการติดเชื้อแตกต่างกัน และแยกกลุ่มผู้ที่หายป่วยแล้วกับกลุ่มผู้เสียชีวิตออกจากกัน โดยวิเคราะห์อัตราการหายป่วยและอัตราเสียชีวิตแยกกลุ่มกัน การเพิ่มตัวแปรต่าง ๆ ในการวิเคราะห์แต่ละกลุ่มทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างผลเฉลยของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลที่เก็บมานั้นน้อยลงและจำนวนกลุ่มเสี่ยงมีความสอดคล้องกับข้อมูลของกลุ่มผู้ติดเชื้อมากขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้สามารถลดค่าความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงได้อีกโดยการเพิ่มเงื่อนไขเริ่มต้นในแบบจำลองเอสไออาร์พลัส โดยมีการใช้ 4 เงื่อนไขเริ่มต้น ที่มีลักษณะกราฟเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้นแบบไม่ต่อเนื่อง (Erratic Motion) คือทางการของแต่ละประเทศยังไม่มีมาตรการการป้องกันในการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 มีการประกาศปิดพื้นที่บางส่วนภายในประเทศ มีการประกาศปิดทุกพื้นที่ของประเทศและใช้มาตรการล็อกดาวน์ภายในประเทศ ทำให้ผลเฉลยของแบบจำลองเอสไออาร์พลัส โดยมีการใช้ 4 เงื่อนไขเริ่มต้นมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่เก็บมามากกว่าแบบจำลองเอสไออาร์และแบบจำลองเอสไออาร์พลัสเงื่อนไขเริ่มต้นเดียว ถ้าหากให้แบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่านี้ควรกำหนดเงื่อนไขให้มากขึ้นเช่น กำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นเกี่ยวกับสายพันธุ์ของไวรัสโควิด-19 ที่ได้มีการระบาดในแต่ละพื้นที่ มาตรการการดูแลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมโรคระบาดและการปฏิบัติตัวของประชาชน เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

แบบจำลองเอสไออาร์และแบบจำลองเอสไออาร์พลัสนั้นเป็นแบบจำลองที่ก่อให้เกิดแนวทางการพยากรณ์ความเป็นไปได้ของจำนวนผู้ติดเชื้อที่ได้จากการคำนวณตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ในกรณีที่การพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลจริงนั้นมีสาเหตุอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับมาตรการการดูแลของแต่ละประเทศ ซึ่งต้องการศึกษาให้ได้ค่าที่แม่นยำยิ่งขึ้น จึงต้องปรับเงื่อนไขเริ่มต้นตามการเปลี่ยนแปลงนั้นด้วย เมื่อปรับปรุงให้ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ใกล้เคียงข้อมูลจริงมากขึ้น จะสามารถพัฒนาการใช้แบบจำลองเอสไออาร์พลัสทำการพยากรณ์ความเปลี่ยนแปลงในอนาคตของจำนวนผู้ป่วยจากโรคระบาดได้ เพื่อให้เป็นประโยชน์สูงสุดต่อทางการแพทย์และมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองคณิตศาสตร์โรคระบาดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางภาคผนวก (ก) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรค
โควิด 19 ประเทศอินเดีย

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
15/2/2020	0	3	3	0	0	0	3
16/2/2020	1	3	0	0	0	0	3
17/2/2020	2	3	0	0	0	0	3
18/2/2020	3	3	0	0	0	0	3
19/2/2020	4	3	0	0	0	0	3
20/2/2020	5	3	0	0	0	0	3
21/2/2020	6	3	0	0	0	0	3
22/2/2020	7	3	0	0	0	0	3
23/2/2020	8	3	0	0	0	0	3
24/2/2020	9	3	0	0	0	0	3
25/2/2020	10	3	0	0	0	0	3
26/2/2020	11	3	0	0	0	0	3
27/2/2020	12	3	0	0	0	0	3
28/2/2020	13	3	0	0	0	0	3
29/2/2020	14	3	0	0	0	0	3
1/3/2020	15	3	0	0	0	0	3
2/3/2020	16	6	3	0	0	3	3
3/3/2020	17	7	1	10	0	4	3
4/3/2020	18	29	22	10	0	26	3
5/3/2020	19	30	1	0	0	27	3
6/3/2020	20	31	1	0	0	28	3
7/3/2020	21	34	3	0	0	31	3
8/3/2020	22	40	6	0	0	37	3
9/3/2020	23	47	7	0	0	44	4
10/3/2020	24	62	15	0	10	58	4
11/3/2020	25	62	0	0	10	58	4
12/3/2020	26	74	12	1	1	69	4
13/3/2020	27	82	8	2	1	70	10
14/3/2020	28	100	18	2	0	88	10
15/3/2020	29	114	14	2	0	99	13
16/3/2020	30	129	15	2	0	114	13
17/3/2020	31	143	14	3	1	126	14
18/3/2020	32	169	26	3	0	152	14
19/3/2020	33	194	25	4	1	170	20
20/3/2020	34	249	55	5	1	221	23
21/3/2020	35	332	83	5	0	304	23
22/3/2020	36	396	64	7	2	365	24
23/3/2020	37	499	103	10	3	455	34
24/3/2020	38	536	37	10	0	486	40
25/3/2020	39	657	121	12	2	602	43
26/3/2020	40	727	70	20	8	662	45
27/3/2020	41	887	160	20	0	794	73
28/3/2020	42	987	100	24	4	879	84
29/3/2020	43	1024	37	27	3	902	95
30/3/2020	44	1251	227	32	5	1117	102
31/3/2020	45	1397	146	35	3	1239	123
1/4/2020	46	1998	601	58	23	1792	148

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2/4/2020	47	2543	545	72	14	2280	191
3/4/2020	48	3059	516	86	14	2781	192
4/4/2020	49	3588	529	99	13	3260	229
5/4/2020	50	4289	701	118	19	3843	328
6/4/2020	51	4778	489	136	18	4267	375
7/4/2020	52	5351	573	160	24	4723	468
8/4/2020	53	5916	565	178	18	5232	506
9/4/2020	54	6725	809	227	49	5863	635
10/4/2020	55	7600	875	249	22	6577	774
11/4/2020	56	8446	846	288	39	7189	969
12/4/2020	57	9205	759	331	43	7794	1080
13/4/2020	58	10453	1248	358	27	8914	1181
14/4/2020	59	11487	1034	393	35	9735	1359
15/4/2020	60	12370	883	422	29	10440	1508
16/4/2020	61	13430	1060	448	26	11214	1768
17/4/2020	62	14352	922	486	38	11825	2041
18/4/2020	63	16365	2013	521	35	13381	2463
19/4/2020	64	17615	1250	559	38	14202	2854
20/4/2020	65	18539	924	592	33	14674	3273
21/4/2020	66	20080	1541	645	53	15460	3975
22/4/2020	67	21370	1290	681	36	16319	4370
23/4/2020	68	23039	1669	723	40	17306	5012
24/4/2020	69	24847	1408	780	59	18171	5496
25/4/2020	70	26283	1836	825	45	19519	5939
26/4/2020	71	27890	1607	881	56	20486	6523
27/4/2020	72	29451	1561	939	58	21375	7137
28/4/2020	73	31324	1873	1008	69	22569	7747
29/4/2020	74	33062	1738	1079	71	23546	8437
30/4/2020	75	34863	1801	1154	75	24441	9068
1/5/2020	76	37257	2394	1223	69	26027	10007
2/5/2020	77	39699	2442	1323	100	27557	10819
3/5/2020	78	42505	2806	1391	68	29339	11775
4/5/2020	79	46437	3932	1566	175	32024	12867
5/5/2020	80	49400	2963	1693	127	33565	14142
6/5/2020	81	52087	3587	1785	92	35871	15331
7/5/2020	82	56351	3364	1889	104	37686	16776
8/5/2020	83	59695	3344	1985	96	39823	17887
9/5/2020	84	62808	3113	2101	116	41406	19301
10/5/2020	85	67161	4353	2212	111	43980	20969
11/5/2020	86	70768	3607	2294	82	45925	22549
12/5/2020	87	74292	3524	2415	121	47457	24420
13/5/2020	88	78055	3763	2551	136	49104	26400
14/5/2020	89	81997	3942	2649	98	51379	27969
15/5/2020	90	85784	3787	2753	104	52773	30258
16/5/2020	91	90648	4864	2871	118	53553	34224
17/5/2020	92	95698	5050	3025	154	55878	36795
18/5/2020	93	100328	4630	3156	131	57939	39233
19/5/2020	94	106475	6147	3302	146	60864	42309
20/5/2020	95	112028	5553	3434	132	63172	45422
21/5/2020	96	118226	6198	3584	150	66089	48553
22/5/2020	97	124794	6588	3729	142	69204	51824
23/5/2020	98	131423	6629	3868	142	73170	54385
24/5/2020	99	138536	7113	4021	156	76820	57492

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัย

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
25/5/2020	100	144950	6414	4172	148	80072	60706
26/5/2020	101	150793	5843	4344	172	82172	64277
27/5/2020	102	158086	7293	4534	190	85803	67749
28/5/2020	103	165386	7300	4711	177	89755	70920
29/5/2020	104	173491	8105	4980	269	85884	82627
30/5/2020	105	181827	8336	5185	205	89706	86936
31/5/2020	106	190609	8782	5408	223	93349	91852
1/6/2020	107	198370	7761	5608	200	97008	95754
2/6/2020	108	207191	8821	5825	221	101077	100285
3/6/2020	109	216824	9633	6088	259	106665	104071
4/6/2020	110	226713	9889	6363	275	111900	108450
5/6/2020	111	236184	9471	6649	286	116302	113233
6/6/2020	112	246622	10438	6946	297	120981	118695
7/6/2020	113	257486	10864	7207	261	126431	123848
8/6/2020	114	269228	8442	7473	266	129360	129095
9/6/2020	115	274780	8852	7719	246	132976	134145
10/6/2020	116	287155	12315	8107	388	138069	140979
11/6/2020	117	298283	11128	8501	394	142810	146972
12/6/2020	118	309603	11320	8890	389	146482	152431
13/6/2020	119	321626	12023	9199	309	150101	162326
14/6/2020	120	332783	11157	9520	321	153974	169699
15/6/2020	121	343026	10243	9915	395	157191	180320
16/6/2020	122	354141	11135	11921	2006	154688	187352
17/6/2020	123	367264	13103	12262	341	160564	194438
18/6/2020	124	381091	13827	12604	342	163305	205182
19/6/2020	125	395812	14721	12970	366	168836	214206
20/6/2020	126	411727	15915	13277	307	170269	228181
21/6/2020	127	429910	15183	13703	426	175955	237252
22/6/2020	128	440450	13540	14015	312	178298	248137
23/6/2020	129	456115	15665	14483	468	183008	258576
24/6/2020	130	472985	16870	14907	424	186390	271368
25/6/2020	131	491170	18185	15308	401	190191	285671
26/6/2020	132	509846	18276	15889	381	197840	295917
27/6/2020	133	529577	20131	16103	714	203328	310146
28/6/2020	134	549197	19620	16487	384	210936	324774
29/6/2020	135	567536	18339	16904	417	215361	335271
30/6/2020	136	585792	18256	17410	506	220546	347836
1/7/2020	137	605220	19428	17865	438	227876	359896
2/7/2020	138	627168	21948	18225	377	229041	379902
3/7/2020	139	649889	22721	18669	444	236901	394319
4/7/2020	140	673904	24015	19279	610	245563	409062
5/7/2020	141	697836	23932	19700	421	253245	424891
6/7/2020	142	720346	22510	20174	474	260022	440150
7/7/2020	143	743481	23135	20653	479	265770	457058
8/7/2020	144	769052	25571	21144	491	271354	476554
9/7/2020	145	794842	25790	21623	479	277259	495960
10/7/2020	146	822603	27761	22144	521	284253	516206
11/7/2020	147	850358	27755	22687	543	291440	536231
12/7/2020	148	879466	29108	23187	500	301850	554929
13/7/2020	149	907645	28179	23727	540	311806	572112
14/7/2020	150	937487	29842	24315	588	320092	593080
15/7/2020	151	970169	32682	24929	614	331505	613735
16/7/2020	152	1005637	35468	25909	680	343826	636602

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
17/7/2020	153	1040457	34820	26285	676	360094	654078
18/7/2020	154	1077864	37407	26828	543	373406	677630
19/7/2020	155	1118107	40243	27503	675	390205	700399
20/7/2020	156	1154917	36810	28099	596	402116	724702
21/7/2020	157	1194085	39168	28770	671	412922	752393
22/7/2020	158	1239684	45599	29800	1120	425528	784266
23/7/2020	159	1288130	48464	30645	755	439892	817593
24/7/2020	160	1337022	48892	31406	761	455509	850107
25/7/2020	161	1385494	48472	32096	690	467165	886235
26/7/2020	162	1436019	50525	32812	716	484472	918735
27/7/2020	163	1482503	46484	33448	636	495866	953189
28/7/2020	164	1532135	49432	34228	776	509141	988770
29/7/2020	165	1584384	52249	35003	779	527770	1021611
30/7/2020	166	1639350	54966	35786	783	544471	1059093
31/7/2020	167	1697054	57704	36551	765	564856	1095647
1/8/2020	168	1751919	54865	37403	852	567637	1146879
2/8/2020	169	1804702	52783	38161	758	579313	1187228
3/8/2020	170	1855331	50629	38971	810	589520	1230440
4/8/2020	171	1906613	51282	39820	849	585133	1281660
5/8/2020	172	1963239	56626	40739	919	595300	1327200
6/8/2020	173	2025409	62170	41628	889	606387	1377394
7/8/2020	174	2086864	61455	42578	950	616617	1427669
8/8/2020	175	2152020	65156	43453	875	628763	1479804
9/8/2020	176	2214137	62117	44466	1013	635393	1534278
10/8/2020	177	2267153	53016	45353	887	640160	1581640
11/8/2020	178	2328405	61252	46188	835	644116	1638101
12/8/2020	179	2395471	67066	47138	950	652473	1695860
13/8/2020	180	2459613	64142	48144	1006	660833	1750636
14/8/2020	181	2525222	65609	49134	990	668532	1807556
15/8/2020	182	2589208	63986	50084	950	678452	1860672
16/8/2020	183	2648916	59108	51045	961	678195	1919076
17/8/2020	184	2701604	53888	51925	880	673431	1976218
18/8/2020	185	2766626	65022	53014	1089	676909	2036703
19/8/2020	186	2838822	69196	53994	980	685760	2096068
20/8/2020	187	2904329	68507	54975	981	691413	2157941
21/8/2020	188	2973368	69039	55928	953	696641	2220799
22/8/2020	189	3043456	70068	56846	918	706690	2279900
23/8/2020	190	3105185	61749	57692	846	710697	2336796
24/8/2020	191	3164881	59696	58546	854	703294	2403101
25/8/2020	192	3231754	66873	59612	1066	704890	2467252
26/8/2020	193	3307749	75995	60629	1017	723677	2523443
27/8/2020	194	3384575	76826	61694	1065	739818	2583063
28/8/2020	195	3461240	76665	62713	1019	750989	2647538
29/8/2020	196	3535712	74472	63657	944	763535	2708520
30/8/2020	197	3619169	83457	64617	960	781624	2772928
31/8/2020	198	3687939	68770	65435	818	785127	2837377
1/9/2020	199	3766108	78169	66460	1025	800127	2899521
2/9/2020	200	3848968	82860	67486	1026	814086	2967396
3/9/2020	201	3933124	84156	68569	1083	829668	3034887
4/9/2020	202	4020239	87115	69355	966	846092	3104612
5/9/2020	203	4110839	90600	70679	1144	862487	3177673
6/9/2020	204	4202562	91723	71687	1008	883378	3247297
7/9/2020	205	4277584	75022	72816	1129	883346	3321420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางผู้จัดทำ

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงเอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางผู้จัดทำ

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ซื้อรวม	ยอดผู้ขายรวม	ยอดผู้ซื้อสุทธิรวม	ยอดผู้ซื้อสุทธิรายวัน	ยอดผู้ขายสุทธิรายวัน	ยอดผู้ขายสุทธิรายวัน
8/9/2020	206	4367436	89852	73923	1107	897486	3396027
9/9/2020	207	4462965	95529	75091	1168	918790	3469084
10/9/2020	208	4559725	96760	76304	1213	943438	3539983
11/9/2020	209	4657379	97654	77506	1202	958435	3621438
12/9/2020	210	4751788	94409	78614	1108	973876	3699298
13/9/2020	211	4845003	93215	79754	1140	988205	3777044
14/9/2020	212	4926914	81911	80808	1054	998960	3856246
15/9/2020	213	5018034	91120	82091	1283	996832	3939111
16/9/2020	214	5115893	97859	83250	1139	1010614	4022069
17/9/2020	215	5212686	96793	84404	1174	1018454	4109828
18/9/2020	216	5305475	92789	85625	1221	1014649	4205201
19/9/2020	217	5398230	92755	86774	1149	1011732	4299724
20/9/2020	218	5485612	87382	87909	1135	1005053	4392650
21/9/2020	219	5560105	74493	88965	1056	976420	4494720
22/9/2020	220	5640496	80391	90021	1056	968655	4581820
23/9/2020	221	5730184	89688	91173	1152	967161	4671850
24/9/2020	222	5816103	85919	92317	1144	970795	4762391
25/9/2020	223	5901571	85468	93410	1093	961993	4846168
26/9/2020	224	5990581	89010	94594	1124	957359	4938688
27/9/2020	225	6073348	82767	95574	1040	964407	5013367
28/9/2020	226	6143019	69671	96351	777	948095	5098575
29/9/2020	227	6225519	80500	97529	1178	941356	5184634
30/9/2020	228	6310267	86748	98708	1179	941552	5270007
1/10/2020	229	6391960	81693	99804	1096	943503	5348463
2/10/2020	230	6471934	79914	100875	1071	945982	5425077
3/10/2020	231	6547413	75479	101812	937	938869	5506732
4/10/2020	232	6622180	74767	102714	902	936013	5583493
5/10/2020	233	6682073	59893	103600	886	919363	5659110
6/10/2020	234	6754179	72106	104591	991	908335	5741263
7/10/2020	235	6832988	78809	105584	953	902972	5826472
8/10/2020	236	6903812	70824	106521	977	894036	5903207
9/10/2020	237	6977008	73186	107450	920	882053	5985905
10/10/2020	238	7051543	74535	108371	921	868369	6074863
11/10/2020	239	7119300	67757	109184	813	863689	6164627
12/10/2020	240	7173565	54265	109894	710	838879	6224792
13/10/2020	241	7237082	63517	110617	723	827760	6298705
14/10/2020	242	7305070	67988	111311	694	813303	6380456
15/10/2020	243	7365509	60439	112146	835	804705	6448658
16/10/2020	244	7430635	65126	113032	886	795969	6521634
17/10/2020	245	7492727	62092	114064	1032	784264	6594399
18/10/2020	246	7548238	55511	114642	578	773701	6659895
19/10/2020	247	7594736	46498	115236	594	748883	6730617
20/10/2020	248	7649158	54422	115950	714	740658	6792550
21/10/2020	249	7705158	56000	116653	703	716610	6871895
22/10/2020	250	7759640	54482	117336	683	695979	6946325
23/10/2020	251	7813668	54028	117992	656	682107	7013569
24/10/2020	252	7863892	50224	118567	575	669602	7075723
25/10/2020	253	7909050	45158	119030	463	656026	7133994
26/10/2020	254	7945888	36838	119535	505	627638	7198715
27/10/2020	255	7988853	42965	120054	519	611605	7257194
28/10/2020	256	8038765	49912	120565	509	603251	7314951
29/10/2020	257	8088046	49281	121131	568	595017	7371898
30/10/2020	258	8136166	48120	121681	550	583574	7430911

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ซื้อรวม	ยอดผู้ขายรวม	ยอดผู้ซื้อสุทธิรวม	ยอดผู้ซื้อสุทธิรายวัน	ยอดผู้ขายสุทธิรายวัน	ยอดผู้ขายสุทธิรายวัน
31/10/2020	259	8182881	46715	122149	468	571529	7489203
1/11/2020	260	8229322	46441	122642	493	563775	7542905
2/11/2020	261	8266914	37592	123139	497	542346	7601429
3/11/2020	262	8312947	46033	123650	511	536540	7654757
4/11/2020	263	8363412	50465	124354	704	528428	7710630
5/11/2020	264	8411034	47622	125029	675	521242	7764763
6/11/2020	265	8460885	49851	125605	576	516722	7818558
7/11/2020	266	8507203	46318	126122	517	513750	7867331
8/11/2020	267	8553864	46661	126653	531	511551	7915660
9/11/2020	268	8591075	37211	127104	451	506765	7957264
10/11/2020	269	8635754	44679	127615	511	496295	8011866
11/11/2020	270	8684039	48285	128165	550	491326	8064548
12/11/2020	271	8727900	43861	128686	521	485869	8113345
13/11/2020	272	8773243	45343	129225	539	482551	8161467
14/11/2020	273	8814902	41659	129674	449	481491	8203737
15/11/2020	274	8845617	30715	130109	435	467558	8247950
16/11/2020	275	8874172	28555	130559	450	455444	8288169
17/11/2020	276	8912704	38532	131031	472	448660	8333013
18/11/2020	277	8958143	45439	131618	587	444755	8381770
19/11/2020	278	9004325	46182	132202	584	445107	8427016
20/11/2020	279	9050613	46288	132764	562	441952	8475897
21/11/2020	280	9095908	45295	133263	499	442606	8520039
22/11/2020	281	9140312	44404	133773	510	445095	8561444
23/11/2020	282	9177722	37410	134258	481	439893	8603575
24/11/2020	283	9221998	44276	134743	489	445851	8641404
25/11/2020	284	9266697	44699	135261	518	453450	8677986
26/11/2020	285	9309871	43174	135752	491	456410	8717709
27/11/2020	286	9351224	41353	136238	486	456100	8758886
28/11/2020	287	9393039	41815	136733	495	455145	8801161
29/11/2020	288	9432075	39036	137177	444	448585	8846313
30/11/2020	289	9463254	31179	137669	392	437000	8886685
1/12/2020	290	9499710	36486	138159	590	429753	8931798
2/12/2020	291	9533471	33761	138657	498	424710	8970104
3/12/2020	292	9571780	38300	139227	570	416869	9015684
4/12/2020	293	9608418	36438	139736	509	410679	9058003
5/12/2020	294	9644529	36111	140216	480	404367	9099946
6/12/2020	295	9676801	32272	140590	374	398040	9138171
7/12/2020	296	9703908	27107	140994	404	385269	9177645
8/12/2020	297	9735975	32067	141398	404	379771	9214486
9/12/2020	298	9762326	26351	141735	337	376086	9244505
10/12/2020	299	9796992	34666	142222	487	364582	9290188
11/12/2020	300	9827026	30034	142662	440	360572	9323792
12/12/2020	301	9857380	30354	143055	393	357846	9356679
13/12/2020	302	9884716	27336	143393	338	353715	9387608
14/12/2020	303	9906507	21791	143746	353	340929	9421832
15/12/2020	304	9932908	26401	144130	384	332985	9455793
16/12/2020	305	9951072	18164	144487	357	317042	9489143
17/12/2020	306	9977834	26762	144829	342	312961	9520044
18/12/2020	307	10004825	26991	145171	342	309731	9549493
19/12/2020	308	10031659	26834	145513	342	306465	9579481
20/12/2020	309	10056248	24589	145843	330	305015	9605990
21/12/2020	310	10075422	19174	146145	302	293663	9635614
22/12/2020	311	10099308	23886	146476	331	290135	9662497

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้

น.บ.เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาหาย	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
23/12/2020	312	10123544	24236	146778	302	284705	9692061
24/12/2020	313	10147468	23924	147128	350	283142	9717198
25/12/2020	314	10169818	22350	147379	251	283057	9739382
26/12/2020	315	10188392	18574	147659	280	279885	9760848
27/12/2020	316	10208725	20333	147940	281	278840	9781945
28/12/2020	317	10224797	16072	148190	250	269840	9806767
29/12/2020	318	10245326	20529	148475	285	263512	9833339
30/12/2020	319	10267283	21957	148774	299	258747	9859762
31/12/2020	320	10286529	19046	149018	244	255525	9881786
1/1/2021	321	10303409	17080	149205	187	252275	9901929
2/1/2021	322	10324631	21222	149471	266	248633	9926527
3/1/2021	323	10341291	16660	149686	215	245474	9946131
4/1/2021	324	10357569	16278	149886	200	232343	9975340
5/1/2021	325	10375478	17909	150151	265	28264	10196501
6/1/2021	326	10395938	20460	150372	221	229403	10016143
7/1/2021	327	10414044	18106	150606	234	226716	10036722
8/1/2021	328	10432526	18482	150835	229	225756	10059335
9/1/2021	329	10451346	18820	151048	213	224903	10075395
10/1/2021	330	10467431	16085	151198	150	224103	10092130
11/1/2021	331	10479913	12482	151364	166	217839	10110710
12/1/2021	332	10495816	15903	151564	200	215795	10128577
13/1/2021	333	10512831	17015	151765	201	214512	10146294
14/1/2021	334	10528808	15677	151954	189	214472	10164382
15/1/2021	335	10543659	15151	152130	176	212646	10178883
16/1/2021	336	10558710	15051	152311	181	210215	10196184
17/1/2021	337	10572672	13962	152456	145	209519	10210697
18/1/2021	338	10582647	9976	152593	137	202202	10227852
19/1/2021	339	10594442	13795	152754	161	198396	10245092
20/1/2021	340	10611719	15277	152906	152	196450	10265163
21/1/2021	341	10626200	14481	153067	161	190244	10282889
22/1/2021	342	10640544	14344	153221	154	187290	10300063
23/1/2021	343	10655436	14981	153376	155	185936	10316129
24/1/2021	344	10668674	13239	153508	132	185922	10332984
25/1/2021	345	10677710	9036	153626	116	178808	10345278
26/1/2021	346	10690279	12569	153751	127	178000	10358328
27/1/2021	347	10702031	11752	153885	134	175328	10372818
28/1/2021	348	10712071	18940	154047	162	173762	10393162
29/1/2021	349	10734026	13055	154184	137	171808	10408034
30/1/2021	350	10747091	13065	154312	128	170670	10421219
31/1/2021	351	10758619	11528	154428	116	170209	10433988
1/2/2021	352	10767206	8587	154522	94	165234	10447450
2/2/2021	353	10778206	11000	154635	113	161865	10461706
3/2/2021	354	10791123	12917	154742	107	156873	10479508
4/2/2021	355	10803533	12410	154862	120	153270	10495401
5/2/2021	356	10815222	11689	154956	94	150476	10509790
6/2/2021	357	10827170	11948	155028	72	150733	10521409
7/2/2021	358	10838843	11673	155114	86	150653	10533076
8/2/2021	359	10847790	8947	155195	81	145690	10546905
9/2/2021	360	10858300	10510	155280	85	143416	10559604
10/2/2021	361	10871060	12760	155399	119	144032	10571629
11/2/2021	362	10884013	9533	155484	85	137878	10583751
12/2/2021	363	10892550	12137	155588	104	138253	10598709
13/2/2021	364	10904738	12188	155673	85	139277	10555788

น.บ.เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาหาย	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
14/2/2021	365	10916172	11434	155764	91	141325	10619083
15/2/2021	366	10925311	9139	155840	76	138579	10630892
16/2/2021	367	10937106	11795	155949	109	138254	10642903
17/2/2021	368	10949546	12440	156038	89	138802	10654706
18/2/2021	369	10962189	12643	156123	85	140998	10665068
19/2/2021	370	10976776	14587	156240	117	146654	10675882
20/2/2021	371	10991091	14315	156339	99	147214	10687538
21/2/2021	372	11005071	13980	156418	79	151639	10697014
22/2/2021	373	11019863	10792	156498	80	148882	10710485
23/2/2021	374	11029326	13463	156598	100	148584	10724144
24/2/2021	375	11044670	17144	156742	144	153178	10736550
25/2/2021	376	11063038	16568	156861	119	157618	10748759
26/2/2021	377	11074094	13056	156970	109	160985	10758139
27/2/2021	378	11094640	20346	157087	117	166078	10773275
28/2/2021	379	11112056	15616	157195	108	170293	10784548
29/2/2021	380	11123619	11563	157275	80	169786	10796558
30/2/2021	381	11139323	15704	157385	110	171776	10810162
31/2/2021	382	11156748	17425	157471	86	175044	10824233
3/3/2021	383	11173572	16824	157584	113	177967	10838201
4/3/2021	384	11191864	18292	157693	109	181997	10852174
5/3/2021	385	11210580	18716	157791	98	186253	10866536
6/3/2021	386	11229271	18691	157890	99	190501	10880880
7/3/2021	387	11248624	15353	157966	76	189172	10897486
8/3/2021	388	11261470	16846	158079	113	185767	10917424
9/3/2021	389	11284311	22841	158213	134	190295	10935803
10/3/2021	390	11305979	21668	158326	113	200401	10947252
11/3/2021	391	11333491	27512	158483	157	203661	10971347
12/3/2021	392	11353864	25153	158642	159	212147	10987855
13/3/2021	393	11385158	26514	158762	120	220951	11005445
14/3/2021	394	11409595	24437	158892	130	225072	11025631
15/3/2021	395	11438864	28869	159079	187	236008	11043377
16/3/2021	396	11474302	35838	159250	171	253882	11061170
17/3/2021	397	11513945	39643	159405	155	273032	11081508
18/3/2021	398	11554895	40950	159594	189	290152	11105149
19/3/2021	399	11598710	43816	159790	196	310801	11128119
20/3/2021	400	11645719	47009	160005	213	336392	11149524
21/3/2021	401	11686350	40611	160200	197	347071	11179059
22/3/2021	402	11739594	47264	160477	277	370101	11203016
23/3/2021	403	11787013	53419	160726	249	396696	11229591
24/3/2021	404	11846082	59069	160983	257	422596	11262503
25/3/2021	405	11908373	62291	161275	292	454249	11292849
26/3/2021	406	11971004	62631	161586	311	487840	11321578
27/3/2021	407	12039210	68206	161881	295	523602	11353727
28/3/2021	408	12093329	56119	162147	266	542353	11390829
29/3/2021	409	12148487	53158	162502	355	559333	11432052
30/3/2021	410	12220669	72182	162940	458	585215	11472494
31/3/2021	411	12302110	81041	163428	468	615798	11522884
1/4/2021	412	12391129	89019	164141	713	659928	11567060
2/4/2021	413	12484127	92998	164655	514	692350	11627122
3/4/2021	414	12587920	103793	165132	477	742830	11699958
4/4/2021	415	12684477	96557	165577	445	788835	11770045
5/4/2021	416	12799746	115269	166208	631	843779	11879759
6/4/2021	417	12926064	126315	166892	684	910264	11948905

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้คิดซื้อ สะสม	ยอดผู้คิดซื้อ รายวัน	ยอดผู้เสียชีวิต สะสม	ยอด ผู้เสียชีวิต ประจำวัน	ยอดผู้ป่วยที่ ถึงรักษาอยู่	ยอดผู้ป่วยที่ รักษาหายแล้ว
8/4/2021	418	13057954	131873	167694	802	979519	11910741
9/4/2021	419	13202783	144829	168467	773	1046376	11987940
10/4/2021	420	13359465	152682	169305	838	1107827	12078333
11/4/2021	421	13525379	169914	170209	904	1201457	12153713
12/4/2021	422	13686073	160694	171089	880	1264544	12250440
13/4/2021	423	13871321	185248	172115	1026	1366518	12332688
14/4/2021	424	14070890	199569	173152	1037	1471592	12426146
15/4/2021	425	14287740	216850	174335	1183	1569427	12543978
16/4/2021	426	14521683	239443	175673	1338	1679121	12666889
17/4/2021	427	14782461	260778	177168	1495	1800199	12805094
18/4/2021	428	15057767	275306	178793	1625	1930126	12948848
19/4/2021	429	15314714	256947	180550	1757	2030944	13103220
20/4/2021	430	15609004	294290	182570	2020	2136571	13269863
21/4/2021	431	15924806	315802	184672	2102	2290728	13449406
22/4/2021	432	16257309	332503	186928	2256	2428775	13641606
23/4/2021	433	16602456	345147	189549	2621	2550788	13842119
24/4/2021	434	16951749	349313	192310	2761	2681378	14078081
25/4/2021	435	17306300	354531	195114	2806	2814544	14296640
26/4/2021	436	17625735	319435	197880	2764	2882513	14545342
27/4/2021	437	17988637	362902	201165	3285	2979768	14807704
28/4/2021	438	18368096	379459	204812	3647	3085908	15078276
29/4/2021	439	18754984	386888	208313	3501	3172906	15373765
30/4/2021	440	19157094	402110	211835	3522	3272256	15673003
1/5/2021	441	19549656	392562	215523	3688	3352361	15981772
2/5/2021	442	19919715	370059	218945	3422	3419832	16281738
3/5/2021	443	20275543	358288	222383	3438	3452857	16600703
4/5/2021	444	20658234	382691	226169	3786	3493665	16938400
5/5/2021	445	21070852	412618	230151	3982	3571625	17269076
6/5/2021	446	21485258	414406	234071	3920	3655804	17597385
7/5/2021	447	21886611	401353	238265	4194	3731261	17917085
8/5/2021	448	22299111	409300	242398	4133	3742015	18311498
9/5/2021	449	22662410	366499	246146	3748	3750998	18665266
10/5/2021	450	22991927	329517	250025	3879	3720495	19021207
11/5/2021	451	23340426	348499	254225	4200	3709551	19376650
12/5/2021	452	23702832	362406	258351	4126	3716045	19728436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางภาคผนวก (ข) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรค
โควิด 19 ประเทศญี่ปุ่น

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
15/1/2020	0	1	1	0	0	1	0
16/1/2020	1	1	0	0	0	1	0
17/1/2020	2	1	0	0	0	1	0
18/1/2020	3	1	0	0	0	1	0
19/1/2020	4	1	0	0	0	1	0
20/1/2020	5	1	0	0	0	1	0
21/1/2020	6	1	0	0	0	1	0
22/1/2020	7	1	0	0	0	1	0
23/1/2020	8	1	0	0	0	1	0
24/1/2020	9	2	1	0	0	2	0
25/1/2020	10	3	1	0	0	3	0
26/1/2020	11	4	1	0	0	4	0
27/1/2020	12	4	0	0	0	4	0
28/1/2020	13	7	3	0	0	7	0
29/1/2020	14	8	1	0	0	8	0
30/1/2020	15	12	4	0	0	12	0
31/1/2020	16	14	2	0	0	14	0
1/2/2020	17	17	3	0	0	17	0
2/2/2020	18	17	0	0	0	17	0
3/2/2020	19	17	0	0	0	17	0
4/2/2020	20	19	2	0	0	19	0
5/2/2020	21	22	3	0	0	22	0
6/2/2020	22	25	3	0	0	25	0
7/2/2020	23	25	0	0	0	25	0
8/2/2020	24	26	1	0	0	25	1
9/2/2020	25	26	0	0	0	25	1
10/2/2020	26	28	2	0	0	27	1
11/2/2020	27	28	0	0	0	26	2
12/2/2020	28	29	1	0	0	27	2
13/2/2020	29	33	4	1	1	30	2
14/2/2020	30	40	7	1	0	33	6
15/2/2020	31	52	12	1	0	45	6
16/2/2020	32	58	6	1	0	50	7
17/2/2020	33	66	8	1	0	56	9
18/2/2020	34	74	8	1	0	63	10
19/2/2020	35	84	10	1	0	72	11
20/2/2020	36	94	10	1	0	81	12
21/2/2020	37	109	15	2	1	95	12
22/2/2020	38	136	27	2	0	121	13
23/2/2020	39	147	11	2	0	131	14
24/2/2020	40	160	13	2	0	141	17
25/2/2020	41	171	11	3	1	150	18
26/2/2020	42	189	18	4	1	166	19
27/2/2020	43	215	26	5	1	190	20
28/2/2020	44	233	18	6	1	205	22
29/2/2020	45	242	9	7	1	211	24
1/3/2020	46	256	14	7	0	220	29
2/3/2020	47	274	18	7	0	234	33
3/3/2020	48	293	19	7	0	243	43

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
0/0							
4/3/2020	49	329	36	7	0	278	44
5/3/2020	50	361	32	7	0	306	48
6/3/2020	51	416	55	7	0	352	57
7/3/2020	52	460	44	7	0	384	69
8/3/2020	53	493	33	8	1	404	81
9/3/2020	54	521	28	10	2	427	84
10/3/2020	55	581	60	12	2	476	93
11/3/2020	56	633	52	14	2	508	111
12/3/2020	57	689	56	19	5	551	119
13/3/2020	58	724	35	21	2	572	131
14/3/2020	59	785	61	22	1	621	142
15/3/2020	60	816	31	24	2	644	148
16/3/2020	61	833	17	28	4	645	160
17/3/2020	62	877	44	29	1	676	172
18/3/2020	63	919	42	31	2	664	224
19/3/2020	64	958	39	33	2	679	246
20/3/2020	65	1012	54	35	2	713	264
21/3/2020	66	1052	40	36	1	728	288
22/3/2020	67	1099	47	41	5	750	308
23/3/2020	68	1138	39	42	1	769	327
24/3/2020	69	1210	72	43	1	829	338
25/3/2020	70	1306	96	45	2	884	377
26/3/2020	71	1399	93	47	2	943	409
27/3/2020	72	1522	123	52	5	1047	423
28/3/2020	73	1723	201	55	3	1197	471
29/3/2020	74	1886	173	56	1	1367	473
30/3/2020	75	1989	93	59	3	1399	531
31/3/2020	76	2230	241	66	7	1617	547
1/4/2020	77	2897	267	69	3	1837	591
2/4/2020	78	2775	276	73	4	2082	620
3/4/2020	79	3132	357	77	4	2401	654
4/4/2020	80	3501	369	84	7	2751	666
5/4/2020	81	3859	358	93	9	3089	677
6/4/2020	82	4102	243	97	4	3298	707
7/4/2020	83	4470	368	98	1	3639	733
8/4/2020	84	4996	526	105	7	4131	760
9/4/2020	85	5576	580	109	4	4665	802
10/4/2020	86	6220	644	121	12	5210	889
11/4/2020	87	6940	720	132	11	5878	930
12/4/2020	88	7447	507	138	6	6336	973
13/4/2020	89	7750	303	143	5	6575	1032
14/4/2020	90	8229	479	162	19	6976	1091
15/4/2020	91	8776	547	179	17	7431	1166
16/4/2020	92	9355	579	191	12	7898	1266
17/4/2020	93	9911	556	207	16	8310	1394
18/4/2020	94	10497	586	224	17	8785	1488
19/4/2020	95	10873	376	238	14	8842	1793
20/4/2020	96	11218	345	263	25	9011	1944
21/4/2020	97	11609	391	283	20	8987	2339
22/4/2020	98	12049	440	299	16	9173	2577
23/4/2020	99	12485	436	328	29	9393	3099
24/4/2020	100	12926	441	345	17	9314	3267
25/4/2020	101	13308	382	360	15	9501	3447

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีข้อสงสัย กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ โทร. 0-2955-6100

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2020							
26/4/2020	102	13527	219	372	12	9562	3593
27/4/2020	103	13701	174	394	22	9407	3900
28/4/2020	104	13983	282	413	19	9266	4304
29/4/2020	105	14205	222	435	22	9181	4589
30/4/2020	106	14406	201	457	22	8634	5315
1/5/2020	107	14671	265	486	29	8500	5685
2/5/2020	108	14971	300	517	31	8488	5966
3/5/2020	109	15172	201	536	19	8413	6223
4/5/2020	110	15347	175	556	20	8307	6484
5/5/2020	111	15466	119	566	10	8183	6717
6/5/2020	112	15569	103	577	11	7973	7019
7/5/2020	113	15665	96	590	13	7470	7605
8/5/2020	114	15754	89	606	16	6901	8247
9/5/2020	115	15867	113	624	18	6783	8460
10/5/2020	116	15996	69	633	9	6643	8660
11/5/2020	117	15979	43	657	24	6333	8989
12/5/2020	118	16059	80	678	21	5415	9966
13/5/2020	119	16112	53	696	18	5003	10413
14/5/2020	120	16211	99	713	17	4704	10794
15/5/2020	121	16259	48	729	16	4299	11231
16/5/2020	122	16315	56	748	19	4100	11467
17/5/2020	123	16338	23	756	8	3996	11586
18/5/2020	124	16369	31	768	12	3780	11821
19/5/2020	125	16396	27	773	5	3302	12321
20/5/2020	126	16434	38	784	11	3056	12944
21/5/2020	127	16472	38	799	15	2656	13017
22/5/2020	128	16495	23	814	15	2386	13995
23/5/2020	129	16520	25	825	11	2264	13431
24/5/2020	130	16561	41	840	15	2240	13481
25/5/2020	131	16582	21	852	12	1946	13784
26/5/2020	132	16611	29	863	11	1770	13978
27/5/2020	133	16646	35	870	7	1654	14122
28/5/2020	134	16705	59	884	14	1559	14262
29/5/2020	135	16779	74	890	6	1476	14413
30/5/2020	136	16822	43	895	5	1468	14459
31/5/2020	137	16855	33	898	3	1464	14499
1/6/2020	138	16892	37	900	2	1359	14633
2/6/2020	139	16943	51	903	3	1284	14756
3/6/2020	140	16973	30	907	4	1192	14874
4/6/2020	141	17019	46	913	6	1127	14979
5/6/2020	142	17063	44	917	4	1053	15093
6/6/2020	143	17109	46	919	2	1049	15141
7/6/2020	144	17147	38	919	0	1070	15158
8/6/2020	145	17168	21	922	3	1030	15216
9/6/2020	146	17213	45	923	1	962	15328
10/6/2020	147	17251	38	925	2	925	15401
11/6/2020	148	17293	42	925	0	864	15504
12/6/2020	149	17354	61	929	4	831	15594
13/6/2020	150	17399	45	931	2	789	15679
14/6/2020	151	17474	75	931	0	844	15699
15/6/2020	152	17545	71	933	2	868	15744
16/6/2020	153	17589	44	938	5	819	15832
17/6/2020	154	17635	46	939	1	761	15935

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2020							
18/6/2020	155	17705	70	941	2	757	16007
19/6/2020	156	17761	56	958	17	701	16102
20/6/2020	157	17825	64	958	0	742	16125
21/6/2020	158	17880	55	959	1	772	16149
22/6/2020	159	17923	43	960	1	758	16205
23/6/2020	160	17980	57	964	4	731	16285
24/6/2020	161	18076	96	968	4	768	16340
25/6/2020	162	18157	81	970	2	790	16397
26/6/2020	163	18262	105	971	1	814	16477
27/6/2020	164	18354	92	971	0	861	16522
28/6/2020	165	18467	113	971	0	931	16565
29/6/2020	166	18577	110	971	0	971	16635
30/6/2020	167	18715	138	973	2	998	16744
1/7/2020	168	18841	126	975	2	1077	16789
2/7/2020	169	19036	195	976	1	1187	16873
3/7/2020	170	19287	251	976	0	1336	16975
4/7/2020	171	19540	273	976	0	1551	17033
5/7/2020	172	19768	208	976	0	1717	17075
6/7/2020	173	19904	176	977	1	1766	17201
7/7/2020	174	20152	208	979	2	1828	17345
8/7/2020	175	20359	207	981	2	1885	17493
9/7/2020	176	20714	355	981	0	2058	17675
10/7/2020	177	21146	432	981	0	2298	17867
11/7/2020	178	21530	384	982	1	2558	17990
12/7/2020	179	21937	407	982	0	2889	18066
13/7/2020	180	22396	259	983	1	2924	18289
14/7/2020	181	22529	333	983	0	2989	18557
15/7/2020	182	22981	452	984	1	3219	18778
16/7/2020	183	23403	622	984	0	3500	19119
17/7/2020	184	24199	596	984	0	3823	19392
18/7/2020	185	24861	662	985	1	4253	19623
19/7/2020	186	25372	511	985	0	4612	19775
20/7/2020	187	25791	419	987	2	4647	20157
21/7/2020	188	26422	631	988	1	4791	20643
22/7/2020	189	27217	795	989	1	5184	21044
23/7/2020	190	28198	981	991	2	5894	21313
24/7/2020	191	28967	769	994	3	6444	21529
25/7/2020	192	29773	806	997	3	7002	21774
26/7/2020	193	30612	839	997	0	7432	22183
27/7/2020	194	31211	599	998	1	7293	22920
28/7/2020	195	32196	985	1001	3	7653	23442
29/7/2020	196	33466	1270	1005	4	8341	24120
30/7/2020	197	34774	1308	1006	1	8790	24978
31/7/2020	198	36358	1584	1012	6	9849	25497
1/8/2020	199	37894	1536	1012	0	10844	26038
2/8/2020	200	39225	1331	1012	0	11826	26387
3/8/2020	201	40190	965	1017	5	11877	27296
4/8/2020	202	41436	1246	1022	5	12355	28059
5/8/2020	203	42790	1354	1029	7	12769	28992
6/8/2020	204	44275	1485	1036	6	13075	30165
7/8/2020	205	45879	1604	1042	6	13324	31313
8/8/2020	206	47450	1571	1043	1	14212	32195
9/8/2020	207	48890	1440	1049	6	14922	32920

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ก็ตาม การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

นับ-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาอยู่	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
/2020							
24/1/2020	314	135736	1229	2014	19	18911	114811
25/1/2020	315	137677	1941	2035	21	19213	116429
26/1/2020	316	140177	2500	2064	29	19957	118156
27/1/2020	317	142708	2531	2095	31	20363	120250
28/1/2020	318	145383	2675	2109	14	21685	121589
29/1/2020	319	147445	2062	2125	16	22218	123102
30/1/2020	320	148881	1436	2151	26	21151	125579
1/12/2020	321	150914	2033	2192	41	21402	127320
2/12/2020	322	153346	2432	2224	32	21847	129275
3/12/2020	323	155862	2516	2260	36	22591	131011
4/12/2020	324	158312	2450	2305	45	22575	133432
5/12/2020	325	160820	2508	2327	22	23440	135053
6/12/2020	326	162858	2038	2358	31	23973	136527
7/12/2020	327	164388	1530	2397	39	22994	138997
8/12/2020	328	166563	2175	2404	47	23414	140705
9/12/2020	329	169372	2809	2486	42	23976	142910
10/12/2020	330	172338	2966	2512	26	24862	144944
11/12/2020	331	175135	2797	2553	41	25124	147458
12/12/2020	332	178171	3036	2581	28	26664	149826
13/12/2020	333	180555	2384	2601	20	27666	150258
14/12/2020	334	182256	1681	2668	47	26258	153350
15/12/2020	335	184661	2425	2701	53	26679	155281
16/12/2020	336	187655	2994	2754	53	26970	157931
17/12/2020	337	190862	3207	2792	38	27627	160443
18/12/2020	338	195698	2836	2840	48	27899	162989
19/12/2020	339	196687	2989	2880	60	29073	164734
20/12/2020	340	199178	2491	2916	36	29688	166574
21/12/2020	341	200988	1810	2964	48	28866	169138
22/12/2020	342	203883	2695	3012	48	29048	171163
23/12/2020	343	206958	3275	3068	56	29445	174445
24/12/2020	344	210702	3744	3122	54	30445	177135
25/12/2020	345	214935	3833	3186	64	31838	179511
26/12/2020	346	218419	3884	3233	47	33699	181487
27/12/2020	347	221363	2944	3273	40	34820	183270
28/12/2020	348	223771	2408	3324	51	33947	186408
29/12/2020	349	227386	3615	3383	59	35141	188862
30/12/2020	350	231255	3869	3422	59	36971	190842
31/12/2020	351	235788	4533	3491	69	39175	193122
1/1/2021	352	239043	3255	3540	69	39763	195740
2/1/2021	353	242114	3071	3571	31	40966	197577
3/1/2021	354	245280	3166	3631	60	42040	199609
4/1/2021	355	248621	3341	3679	48	42119	202823
5/1/2021	356	253566	4945	3755	76	43589	206222
6/1/2021	357	259611	6045	3820	65	46089	209702
7/1/2021	358	267250	7639	3884	64	50466	212900
8/1/2021	359	275199	7949	3962	78	54913	216324
9/1/2021	360	283046	7847	4021	59	59675	219350
10/1/2021	361	289151	6105	4066	45	63004	222081
11/1/2021	362	294054	4903	4114	48	65083	224857
12/1/2021	363	298643	4589	4178	64	66462	228003
13/1/2021	364	303556	5913	4276	57	69493	232588
14/1/2021	365	311209	6653	4341	66	69478	237590
15/1/2021	366	318380	7371	4419	78	70823	243138

นับ-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาอยู่	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2021							
16/1/2021	367	325417	7037	4475	56	72883	248059
17/1/2021	368	331176	5759	4524	49	74512	252140
18/1/2021	369	336112	4936	4582	58	74931	256599
19/1/2021	370	341443	5331	4686	104	72663	264094
20/1/2021	371	347001	5558	4778	92	69870	272533
21/1/2021	372	352663	5662	4872	94	69675	278116
22/1/2021	373	357714	5051	4980	108	68223	284511
23/1/2021	374	362437	4723	5063	83	67567	289807
24/1/2021	375	366426	3989	5119	56	66854	294453
25/1/2021	376	369187	2761	5193	74	62950	301044
26/1/2021	377	373039	3852	5297	104	60112	307630
27/1/2021	378	377012	3973	5387	90	57695	313930
28/1/2021	379	381143	4131	5500	113	55757	319886
29/1/2021	380	384677	3534	5596	96	53425	326566
30/1/2021	381	388015	3338	5687	91	52323	333005
31/1/2021	382	390688	2673	5752	65	51213	333723
1/2/2021	383	392478	1790	5832	80	47849	338797
2/2/2021	384	394801	2323	5951	119	44989	343861
3/2/2021	385	397430	2629	6071	120	42325	349034
4/2/2021	386	400905	2575	6175	104	39739	354091
5/2/2021	387	402376	2371	6281	106	37375	358720
6/2/2021	388	404653	2277	6375	94	35951	362227
7/2/2021	389	406283	1630	6422	52	34358	365498
8/2/2021	390	407998	1215	6510	83	32407	368581
9/2/2021	391	409666	1568	6604	94	30026	372436
10/2/2021	392	410950	1884	6725	121	29004	375201
11/2/2021	393	412640	1690	6803	78	27727	378110
12/2/2021	394	413940	1300	6866	63	26741	380333
13/2/2021	395	415299	1359	6931	65	25643	382725
14/2/2021	396	416661	1362	6969	38	24720	384972
15/2/2021	397	417626	965	7042	73	22998	387586
16/2/2021	398	418934	1308	7143	101	20831	390660
17/2/2021	399	420380	1446	7222	79	19890	393268
18/2/2021	400	421916	1536	7298	76	19377	395241
19/2/2021	401	423215	1299	7364	66	18782	397069
20/2/2021	402	424448	1233	7442	78	18317	398689
21/2/2021	403	425477	1029	7492	50	17927	400058
22/2/2021	404	426217	740	7548	56	17076	401593
23/2/2021	405	427298	1081	7602	54	16517	403179
24/2/2021	406	428219	921	7671	69	15662	404886
25/2/2021	407	429292	1073	7745	74	15273	406274
26/2/2021	408	430343	1051	7825	80	14806	407712
27/2/2021	409	431556	1213	7866	41	14714	408976
28/2/2021	410	432555	999	7896	30	14382	410277
1/3/2021	411	433252	697	7947	51	13439	411866
2/3/2021	412	434139	887	8012	65	13077	413050
3/3/2021	413	435381	1242	8075	63	12867	414439
4/3/2021	414	436549	1168	8142	67	12743	415664
5/3/2021	415	437697	1148	8197	55	12558	416942
6/3/2021	416	438746	1049	8237	40	12571	417938
7/3/2021	417	439810	1064	8261	34	12660	418889
8/3/2021	418	440410	600	8306	45	12104	420000
9/3/2021	419	441537	1127	8364	58	12057	421116

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีสืบค้นข้อมูลจากเอกสารนี้

น.บ.เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
021							
10/3/2021	420	442927	1390	8418	54	12292	422217
11/3/2021	421	444244	1317	8463	45	12473	423308
12/3/2021	422	445514	1270	8521	58	12620	424373
13/3/2021	423	446831	1317	8572	51	12899	425360
14/3/2021	424	447817	986	8594	22	12851	426372
15/3/2021	425	448512	695	8632	38	12563	427317
16/3/2021	426	449644	1132	8689	57	12471	428484
17/3/2021	427	451176	1532	8732	43	12849	429595
18/3/2021	428	452673	1497	8764	32	13350	430559
19/3/2021	429	454135	1462	8797	33	13528	431810
20/3/2021	430	455649	1514	8816	19	13998	432835
21/3/2021	431	456767	1118	8836	20	13947	433984
22/3/2021	432	457582	815	8869	33	13996	435117
23/3/2021	433	459082	1500	8922	53	13982	436178
24/3/2021	434	460999	1917	8943	21	14694	437562
25/3/2021	435	462913	1914	8970	27	15394	438569
26/3/2021	436	464939	2026	9003	33	16060	439766
27/3/2021	437	467007	2068	9035	32	17055	440937
28/3/2021	438	468789	1782	9064	29	17613	442110
29/3/2021	439	470133	1344	9093	29	17702	443358
30/3/2021	440	472220	2087	9126	33	18372	444722
31/3/2021	441	475060	2840	9175	49	19803	446082
1/4/2021	442	477665	2605	9199	24	21103	447369
2/4/2021	443	480422	2757	9215	16	22460	448747
3/4/2021	444	483193	2771	9223	8	23678	450202
4/4/2021	445	485660	2467	9235	12	24603	451822
5/4/2021	446	487230	1590	9254	19	24476	453500
6/4/2021	447	489895	2665	9282	28	25534	455079
7/4/2021	448	493347	3452	9312	30	27238	456777
8/4/2021	449	496845	3498	9337	25	28949	458559
9/4/2021	450	500334	3489	9364	27	30276	460694
10/4/2021	451	504099	3765	9391	27	31335	463373
11/4/2021	452	506942	2843	9408	17	31929	465605
12/4/2021	453	509044	2102	9432	24	31200	468492
13/4/2021	454	512497	3453	9477	45	32339	470681
14/4/2021	455	516804	4307	9510	33	35132	472162
15/4/2021	456	521374	4570	9545	35	36515	475314
16/4/2021	457	525900	4526	9591	46	38304	478005
17/4/2021	458	530696	4796	9632	41	40703	480961
18/4/2021	459	534783	4087	9648	16	42493	482642
19/4/2021	460	537704	2921	9678	30	42343	485683
20/4/2021	461	542041	4337	9723	45	43787	488531
21/4/2021	462	547331	5290	9773	50	46403	491155
22/4/2021	463	552827	5496	9815	42	48694	494318
23/4/2021	464	557935	5108	9871	56	50284	497780
24/4/2021	465	563533	5598	9925	54	52438	501170
25/4/2021	466	568134	4601	9976	51	53883	504275
26/4/2021	467	571449	3315	10011	35	53484	507954
27/4/2021	468	576409	4960	10074	63	54763	511572
28/4/2021	469	582196	5787	10125	51	57041	515030
29/4/2021	470	588102	5906	10203	78	59351	518548
30/4/2021	471	592782	4680	10242	39	59664	522876
1/5/2021	472	598732	5990	10325	83	61664	526773

น.บ.เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
021							
2/5/2021	473	604657	5896	10386	61	63406	530665
3/5/2021	474	609119	4462	10436	50	64289	534394
4/5/2021	475	613312	4193	10486	50	64308	538518
5/5/2021	476	617374	4062	10546	60	64639	542189
6/5/2021	477	621747	4373	10611	65	65608	545528
7/5/2021	478	627798	6051	10759	148	66259	550780
8/5/2021	479	635035	7237	10845	86	69319	554871
9/5/2021	480	641518	6483	10910	65	71550	559058
10/5/2021	481	646456	4938	10981	71	72153	563322
11/5/2021	482	652695	6239	11094	113	73552	568049
12/5/2021	483	659749	7054	11199	105	75691	572859
13/5/2021	484	665827	6078	11283	84	81685	572859

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก (ค) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรคโควิด
19 ประเทศเยอรมนี

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
15/2/2020	0	3	3	0	0	0	3
16/2/2020	1	3	0	0	0	0	3
17/2/2020	2	3	0	0	0	0	3
18/2/2020	3	3	0	0	0	0	3
19/2/2020	4	3	0	0	0	0	3
20/2/2020	5	3	0	0	0	0	3
21/2/2020	6	3	0	0	0	0	3
22/2/2020	7	3	0	0	0	0	3
23/2/2020	8	3	0	0	0	0	3
24/2/2020	9	3	0	0	0	0	3
25/2/2020	10	3	0	0	0	0	3
26/2/2020	11	3	0	0	0	0	3
27/2/2020	12	3	0	0	0	0	3
28/2/2020	13	3	0	0	0	0	3
29/2/2020	14	3	0	0	0	0	3
1/3/2020	15	3	0	0	0	0	3
2/3/2020	16	6	3	0	0	3	3
3/3/2020	17	7	1	0	0	4	5
4/3/2020	18	29	22	0	0	26	3
5/3/2020	19	30	1	0	0	27	3
6/3/2020	20	31	1	0	0	28	3
7/3/2020	21	34	3	0	0	31	3
8/3/2020	22	40	6	0	0	37	3
9/3/2020	23	47	7	0	0	43	4
10/3/2020	24	62	15	0	0	58	4
11/3/2020	25	62	0	0	0	58	4
12/3/2020	26	74	12	1	1	69	4
13/3/2020	27	82	8	2	1	70	10
14/3/2020	28	100	18	2	0	88	10
15/3/2020	29	114	14	2	0	99	13
16/3/2020	30	129	15	2	0	114	13
17/3/2020	31	143	14	3	1	126	14
18/3/2020	32	169	26	3	0	152	14
19/3/2020	33	194	25	4	1	170	20
20/3/2020	34	249	55	5	1	221	28
21/3/2020	35	332	83	5	0	304	23
22/3/2020	36	396	64	7	2	365	24
23/3/2020	37	499	103	10	3	455	34
24/3/2020	38	536	37	10	0	486	40
25/3/2020	39	657	121	12	2	602	43
26/3/2020	40	727	70	20	8	662	45
27/3/2020	41	887	160	20	0	794	73
28/3/2020	42	987	100	24	4	879	84
29/3/2020	43	1024	37	27	3	902	95
30/3/2020	44	1251	227	32	5	1117	102
31/3/2020	45	1597	146	55	3	1259	123
1/4/2020	46	1998	601	58	23	1792	148
2/4/2020	47	2543	545	72	14	2280	191
3/4/2020	48	3059	516	86	14	2781	192
4/4/2020	49	3588	529	99	13	3260	229

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
5/4/2020	50	4289	701	118	19	3843	328
6/4/2020	51	4778	489	136	18	4267	375
7/4/2020	52	5351	573	160	24	4723	468
8/4/2020	53	5916	565	178	18	5232	506
9/4/2020	54	6725	809	227	49	5863	635
10/4/2020	55	7600	875	249	22	6577	774
11/4/2020	56	8446	846	288	39	7189	969
12/4/2020	57	9205	759	331	43	7794	1080
13/4/2020	58	10453	1248	358	27	8914	1181
14/4/2020	59	11487	1034	393	35	9735	1359
15/4/2020	60	12370	883	422	29	10440	1508
16/4/2020	61	13430	1060	448	26	11214	1768
17/4/2020	62	14352	922	486	38	11825	2041
18/4/2020	63	16365	2013	521	35	13381	2463
19/4/2020	64	17615	1250	559	38	14202	2854
20/4/2020	65	18539	924	592	33	14674	3273
21/4/2020	66	20080	1541	645	53	15460	3975
22/4/2020	67	21370	1290	681	36	16319	4370
23/4/2020	68	23039	1669	721	40	17306	5012
24/4/2020	69	24447	1408	780	59	18171	5496
25/4/2020	70	26283	1836	825	45	19519	5939
26/4/2020	71	27890	1607	881	56	20486	6523
27/4/2020	72	29451	1561	939	58	21375	7137
28/4/2020	73	31324	1873	1008	69	22569	7747
29/4/2020	74	33062	1738	1079	71	23546	8437
30/4/2020	75	34863	1801	1158	75	24641	9068
1/5/2020	76	37257	2394	1223	69	26027	10007
2/5/2020	77	39699	2442	1323	100	27557	10819
3/5/2020	78	42505	2806	1391	68	29339	11775
4/5/2020	79	46437	3932	1566	175	32024	12847
5/5/2020	80	49800	2963	1693	127	33565	14142
6/5/2020	81	52987	3187	1785	92	35871	15331
7/5/2020	82	56351	3364	1889	104	37686	16776
8/5/2020	83	59695	3341	1985	96	39823	17887
9/5/2020	84	62808	3113	2101	116	41406	19301
10/5/2020	85	67161	4353	2212	111	43980	20969
11/5/2020	86	70768	3607	2294	82	45925	22549
12/5/2020	87	74292	3524	2415	121	47457	24420
13/5/2020	88	78055	3763	2551	136	49104	26400
14/5/2020	89	81997	3942	2669	98	51379	27969
15/5/2020	90	85784	3787	2753	104	52773	30258
16/5/2020	91	90648	4864	2871	118	53553	34224
17/5/2020	92	95698	5050	3025	154	55878	36795
18/5/2020	93	100328	4630	3156	131	57939	39233
19/5/2020	94	106475	6147	3302	146	60864	42309
20/5/2020	95	112028	5553	3434	132	63172	45422
21/5/2020	96	118226	6198	3584	150	66089	48553
22/5/2020	97	124794	6568	3726	142	69244	51824
23/5/2020	98	131423	6629	3868	142	73170	54385
24/5/2020	99	138536	7113	4024	156	76820	57692
25/5/2020	100	144950	6414	4172	148	80072	60706
26/5/2020	101	150993	5843	4344	172	82172	64277
27/5/2020	102	158086	7293	4534	190	85803	67769

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

น.บ.เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ซื้อสะสม	ยอดผู้ขายรายวัน	ยอดผู้ซื้อทั้งหมด	ยอดผู้ขายรายวัน	ยอดผู้ขายทั้งหมด	ยอดผู้ขายที่ปรึกษา
28/5/2020	103	165386	7300	4711	177	89755	70920
29/5/2020	104	173491	8105	4980	269	85884	82627
30/5/2020	105	181827	8336	5185	205	89706	86936
31/5/2020	106	190609	8782	5408	223	93349	91852
1/6/2020	107	198370	7761	5608	200	97008	95754
2/6/2020	108	207191	8821	5829	221	101077	100285
3/6/2020	109	216824	9633	6088	259	106665	104071
4/6/2020	110	226713	9889	6363	275	111900	108450
5/6/2020	111	236184	9471	6649	286	116302	113233
6/6/2020	112	246622	10438	6946	297	120981	118695
7/6/2020	113	257486	10864	7207	261	126431	123848
8/6/2020	114	269228	8442	7473	266	129360	129095
9/6/2020	115	274780	8852	7719	246	132976	134165
10/6/2020	116	287155	12375	8107	388	138049	140979
11/6/2020	117	298283	11128	8501	394	142810	146972
12/6/2020	118	309603	11320	8890	389	146482	154231
13/6/2020	119	321626	12023	9199	309	150101	162326
14/6/2020	120	332783	11157	9520	321	153574	169689
15/6/2020	121	343026	10243	9915	395	157971	180320
16/6/2020	122	354161	11135	11921	2006	154688	187552
17/6/2020	123	367264	13103	12262	341	160564	194938
18/6/2020	124	381091	13827	12604	342	163305	203182
19/6/2020	125	395812	14721	12970	366	168636	214206
20/6/2020	126	411727	15915	13277	307	170269	226181
21/6/2020	127	426910	15183	13703	426	175955	237252
22/6/2020	128	440450	13540	14015	312	178298	248137
23/6/2020	129	456115	15665	14483	468	183058	258574
24/6/2020	130	472985	16870	14907	424	186390	271688
25/6/2020	131	491170	18185	15308	401	190191	285673
26/6/2020	132	509446	18276	15689	381	197840	295917
27/6/2020	133	529577	20131	16103	414	203328	310166
28/6/2020	134	549197	19620	16487	384	210936	321774
29/6/2020	135	567536	18339	16904	417	215361	335271
30/6/2020	136	585792	18256	17410	506	220566	347836
1/7/2020	137	605220	19428	17846	438	227476	359896
2/7/2020	138	627168	21948	18225	377	229041	379902
3/7/2020	139	649889	22721	18669	444	236901	394319
4/7/2020	140	673904	24015	19279	610	245863	409062
5/7/2020	141	697836	23932	19700	421	253245	424891
6/7/2020	142	720346	22510	20174	474	260022	440150
7/7/2020	143	743481	23135	20653	479	265770	457058
8/7/2020	144	769052	25571	21144	491	271354	476554
9/7/2020	145	794842	25790	21623	479	277259	495960
10/7/2020	146	822603	27761	22144	521	284253	516206
11/7/2020	147	850358	27755	22687	543	291440	536231
12/7/2020	148	879466	29108	23187	500	301850	554429
13/7/2020	149	907645	28179	23727	540	311806	572112
14/7/2020	150	937487	29842	24315	588	320092	593080
15/7/2020	151	970169	32682	24929	614	331505	613735
16/7/2020	152	1005637	35468	25609	680	343426	636602
17/7/2020	153	1040457	34820	26289	676	346094	654078
18/7/2020	154	1077864	37407	26828	543	373406	677630
19/7/2020	155	1118107	40243	27503	675	390206	703039

น.บ.เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ซื้อสะสม	ยอดผู้ขายรายวัน	ยอดผู้ซื้อทั้งหมด	ยอดผู้ขายรายวัน	ยอดผู้ขายทั้งหมด	ยอดผู้ขายที่ปรึกษา
20/7/2020	156	1154917	36810	28099	596	402116	724702
21/7/2020	157	1194085	39168	28770	671	412922	752393
22/7/2020	158	1239684	45599	29890	1120	425528	784266
23/7/2020	159	1288130	48466	30645	755	439892	817593
24/7/2020	160	1337022	48892	31406	761	455509	850107
25/7/2020	161	1385494	48472	32096	690	467163	886235
26/7/2020	162	1436019	50525	32812	716	484472	918735
27/7/2020	163	1482503	46484	33448	636	495866	953189
28/7/2020	164	1532135	49632	34224	776	509141	988770
29/7/2020	165	1584384	52449	35003	779	527770	1026161
30/7/2020	166	1639350	54966	35786	783	544471	1059093
31/7/2020	167	1697054	57704	36551	765	564856	1096647
1/8/2020	168	1751919	54865	37403	852	567637	1146879
2/8/2020	169	1804702	52783	38161	758	579313	1187228
3/8/2020	170	1855531	50629	38971	810	58920	1230440
4/8/2020	171	1906613	51282	39820	849	585133	1281660
5/8/2020	172	1963239	56626	40739	919	595300	1327200
6/8/2020	173	2025409	62170	41628	889	606387	1377394
7/8/2020	174	2086864	61455	42578	950	616617	1427669
8/8/2020	175	2152020	65156	43453	875	628763	1479804
9/8/2020	176	2214137	62117	44466	1013	635393	1534278
10/8/2020	177	2267153	53016	45353	887	640160	1581640
11/8/2020	178	2328405	61252	46388	835	644116	1638101
12/8/2020	179	2395471	67066	47138	950	652473	1695860
13/8/2020	180	2459613	64142	48144	1006	660833	1750636
14/8/2020	181	2525222	65609	49134	990	668532	1807556
15/8/2020	182	2589208	63986	50084	950	678452	1860672
16/8/2020	183	2648316	59108	51045	961	678195	1919076
17/8/2020	184	2701604	53288	51925	880	673431	1976248
18/8/2020	185	2766626	65022	53014	1089	676909	2036703
19/8/2020	186	2835822	69196	53994	980	685760	2096068
20/8/2020	187	2904329	68907	54975	981	691413	2157941
21/8/2020	188	2973368	69039	55928	953	696641	2220799
22/8/2020	189	3043436	70068	56846	918	706690	2279900
23/8/2020	190	3106185	61749	57692	846	710697	2336796
24/8/2020	191	3164881	59496	58546	854	703234	2403101
25/8/2020	192	3231754	66873	59612	1066	704890	2467252
26/8/2020	193	3307749	75995	60629	1017	723677	2525443
27/8/2020	194	3384575	76826	61694	1065	739818	2583063
28/8/2020	195	3461240	76665	62713	1019	750989	2647538
29/8/2020	196	3535712	74472	63657	944	763535	2708520
30/8/2020	197	3619169	83457	64617	960	781624	2772928
31/8/2020	198	3687939	68770	65435	818	785127	2837377
1/9/2020	199	3766108	78169	66460	1025	800127	2899521
2/9/2020	200	3848968	82860	67486	1026	814086	2967396
3/9/2020	201	3933124	84156	68569	1083	829668	3034887
4/9/2020	202	4020239	87115	69535	966	846092	3104612
5/9/2020	203	4110839	90600	70679	1144	862487	3177673
6/9/2020	204	4202562	91723	71687	1008	885378	3247297
7/9/2020	205	4277584	75022	72816	1129	883348	3321420
8/9/2020	206	4367436	89852	73923	1107	897486	3396627
9/9/2020	207	4462965	95529	75901	1168	918790	3469084
10/9/2020	208	4559725	96769	76304	1213	94384	3539983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อการค้า หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

น.บ.เทียบ-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาหาย	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
11/9/2020	209	4657379	97654	77506	1202	958435	3621438
12/9/2020	210	4751788	94009	78614	1108	973876	3699298
13/9/2020	211	4845003	93215	79754	1140	988205	3777004
14/9/2020	212	4926914	81911	80808	1054	998960	3856246
15/9/2020	213	5018034	91120	82091	1283	996832	3939111
16/9/2020	214	5115893	97859	83230	1139	1010414	4022049
17/9/2020	215	5212686	96793	84404	1174	1018454	4109828
18/9/2020	216	5305475	92789	85625	1221	1014649	4205201
19/9/2020	217	5398230	92755	86774	1149	1011732	4299724
20/9/2020	218	5485612	87382	87905	1135	1005053	4392650
21/9/2020	219	5560105	74493	88965	1056	976420	4494720
22/9/2020	220	5640496	80391	90021	1056	968655	4581820
23/9/2020	221	5730184	89688	91173	1152	967161	4671850
24/9/2020	222	5816103	85919	92317	1144	970795	4752991
25/9/2020	223	5901571	85468	93410	1093	961993	4846168
26/9/2020	224	5990581	89010	94534	1124	957359	4938688
27/9/2020	225	6073348	82767	95574	1040	964407	5031367
28/9/2020	226	6148019	69671	96351	777	948095	5098573
29/9/2020	227	6223510	80500	97529	1178	941356	5184634
30/9/2020	228	6310267	86748	98706	1179	941532	5270007
1/10/2020	229	6391960	81693	99804	1056	943503	5348655
2/10/2020	230	6471934	79974	100875	1071	945982	5425077
3/10/2020	231	6547413	75479	101812	937	938869	5504732
4/10/2020	232	6622180	74767	102718	902	936013	5583453
5/10/2020	233	6682073	59893	103600	886	919363	5659119
6/10/2020	234	6754179	72106	104591	991	908335	5741253
7/10/2020	235	6832988	78809	105504	953	902972	5820472
8/10/2020	236	6903812	70824	106521	977	894084	5903207
9/10/2020	237	6977008	73196	107450	929	884053	5985805
10/10/2020	238	7051543	74535	108371	921	868309	6074803
11/10/2020	239	7119300	67757	109184	813	863839	6164627
12/10/2020	240	7173565	54265	109894	710	838879	6224792
13/10/2020	241	7237082	63517	110617	723	827760	6298705
14/10/2020	242	7305070	67888	111311	694	813303	6380456
15/10/2020	243	7365509	60439	112146	835	804705	6448658
16/10/2020	244	7430635	65126	113052	886	795969	6521634
17/10/2020	245	7492727	62092	114064	1032	784264	6594399
18/10/2020	246	7548238	55511	114642	578	773701	6659895
19/10/2020	247	7594736	46498	115236	594	748883	6730617
20/10/2020	248	7649158	54422	115950	714	740658	6792550
21/10/2020	249	7705158	56000	116653	703	716610	6871895
22/10/2020	250	7759640	54482	117336	683	699979	6946325
23/10/2020	251	7813668	54028	117992	656	682107	7013569
24/10/2020	252	7863892	50224	118567	575	669602	7075723
25/10/2020	253	7909050	45158	119030	463	656026	7133994
26/10/2020	254	7945888	36838	119535	505	627638	7198715
27/10/2020	255	7988853	42965	120054	519	611605	7257194
28/10/2020	256	8038765	49912	120563	509	603251	7314951
29/10/2020	257	8088046	49281	121131	568	595017	7371898
30/10/2020	258	8136166	48120	121681	550	583574	7430911
31/10/2020	259	8183881	46715	122199	468	571529	7489203
1/11/2020	260	8229322	46441	122642	493	563775	7542905
2/11/2020	261	8266914	37592	123139	497	542364	7601429

น.บ.เทียบ-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาหาย	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
3/11/2020	262	8312947	46033	123650	511	534540	7654757
4/11/2020	263	8363412	50465	124354	704	528428	7710630
5/11/2020	264	8411034	47622	125029	675	521242	7764763
6/11/2020	265	8460885	49851	125605	576	516722	7818558
7/11/2020	266	8507203	46318	126122	517	513750	7867331
8/11/2020	267	8553864	46661	126653	531	511551	7915660
9/11/2020	268	8591075	37211	127104	451	506765	7957206
10/11/2020	269	8635754	44679	127615	511	496295	8011844
11/11/2020	270	8684039	48285	128165	550	491326	8064548
12/11/2020	271	8727900	43861	128686	521	485869	8113345
13/11/2020	272	8773243	45343	129225	539	482551	8161467
14/11/2020	273	8814902	41659	129678	449	481491	8203737
15/11/2020	274	8845617	30715	130109	435	467558	8247950
16/11/2020	275	8874172	28555	130559	450	455444	8288169
17/11/2020	276	8912704	38532	131031	472	448660	8333013
18/11/2020	277	8958143	45439	131618	587	444755	8381770
19/11/2020	278	9004325	46182	132202	584	440507	8427016
20/11/2020	279	9050613	46288	132764	562	441952	8475897
21/11/2020	280	9095908	45295	133263	499	442606	8520039
22/11/2020	281	9140312	44404	133773	510	445095	8561444
23/11/2020	282	9177722	37410	134254	481	439893	8603575
24/11/2020	283	9221998	44276	134743	489	445851	8641404
25/11/2020	284	9266997	44699	135261	518	453450	8677986
26/11/2020	285	9309871	43174	135752	491	456410	8717709
27/11/2020	286	9351224	41353	136238	486	456100	8758886
28/11/2020	287	9393039	41815	136733	495	455145	8801161
29/11/2020	288	9432075	39036	137177	444	448585	8846313
30/11/2020	289	9463254	31179	137669	392	437000	8888685
1/12/2020	290	9499710	36456	138159	590	429753	8931798
2/12/2020	291	9533471	33761	138657	498	424710	8970104
3/12/2020	292	9571780	38309	139227	570	416869	9015684
4/12/2020	293	9608418	36938	139736	509	410679	9038003
5/12/2020	294	9644529	36111	140216	480	404367	9099946
6/12/2020	295	9676801	32272	140590	374	398040	9138171
7/12/2020	296	9703008	27107	140994	404	385269	9177645
8/12/2020	297	9735975	32067	141398	404	379771	9214806
9/12/2020	298	9762326	26351	141735	337	376086	9249505
10/12/2020	299	9796992	34666	142222	487	364582	9290188
11/12/2020	300	9827026	30034	142662	440	360572	9323792
12/12/2020	301	9857380	30354	143055	393	357446	9356879
13/12/2020	302	9884716	27336	143393	338	353715	9387608
14/12/2020	303	9906507	21791	143746	353	340929	9421832
15/12/2020	304	9932908	26401	144130	384	332985	9455793
16/12/2020	305	9951072	18164	144487	357	317442	9489143
17/12/2020	306	9977834	26762	144829	342	312961	9520044
18/12/2020	307	10004825	26991	145171	342	309731	9549493
19/12/2020	308	10031659	26834	145513	342	306465	9579481
20/12/2020	309	10056248	24589	145843	330	305015	9605590
21/12/2020	310	10075422	19174	146145	302	293663	9635614
22/12/2020	311	10099308	23886	146476	331	290135	9662697
23/12/2020	312	10123584	24236	146778	302	284705	9692061
24/12/2020	313	10147468	23924	147128	350	283142	9717198
25/12/2020	314	10169818	22350	147379	291	283057	9739382

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มีลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม การนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย ต้อง

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาหาย	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
26/12/2020	315	10188392	18574	147659	280	279885	9760848
27/12/2020	316	10208725	20333	147940	281	278840	9781945
28/12/2020	317	10229797	16072	148190	250	269840	9806767
29/12/2020	318	10245326	20529	148475	285	263512	9833339
30/12/2020	319	10267283	21957	148774	299	258747	9859762
31/12/2020	320	10286329	19046	149018	244	255525	9881786
1/1/2021	321	10303409	17080	149205	187	252275	9901929
2/1/2021	322	10320431	21222	149471	266	248633	9926527
3/1/2021	323	10341291	16660	149686	215	245474	9946131
4/1/2021	324	10357569	16278	149886	200	232343	9975340
5/1/2021	325	10375478	17909	150151	265	28826	10196501
6/1/2021	326	10395938	20460	150372	221	229403	10016163
7/1/2021	327	10414044	18106	150606	234	226716	10036722
8/1/2021	328	10432526	18482	150835	229	225756	10055935
9/1/2021	329	10451346	18820	151048	213	224903	10071535
10/1/2021	330	10467431	16085	151198	150	224103	10092130
11/1/2021	331	10479913	12482	151364	166	217839	10110710
12/1/2021	332	10495816	15903	151564	200	215795	10128567
13/1/2021	333	10512831	17015	151765	201	214812	10146254
14/1/2021	334	10528808	15677	151954	189	214472	10162082
15/1/2021	335	10543659	15151	152130	176	212846	10178885
16/1/2021	336	10558710	15051	152311	181	210215	10196484
17/1/2021	337	10572672	13962	152456	145	209519	10210497
18/1/2021	338	10582647	9978	152599	137	200202	10227852
19/1/2021	339	10594442	13795	152754	161	198596	10245092
20/1/2021	340	10611719	15277	152906	152	196350	10265163
21/1/2021	341	10626200	14481	153067	161	190244	10282889
22/1/2021	342	10640544	14384	153201	154	187260	10300063
23/1/2021	343	10655435	14891	153376	155	185936	10316123
24/1/2021	344	10668674	13239	153508	132	185922	10329244
25/1/2021	345	10677710	9036	153629	116	178806	10345278
26/1/2021	346	10690279	12569	153751	127	176200	10358328
27/1/2021	347	10702031	11732	153885	134	173328	10372818
28/1/2021	348	10720971	18940	154047	162	173762	10393162
29/1/2021	349	10734026	13055	154184	137	171808	10408034
30/1/2021	350	10747091	13065	154312	128	170670	10422109
31/1/2021	351	10758619	11528	154428	116	170203	10433988
1/2/2021	352	10767206	8587	154522	94	165234	10447450
2/2/2021	353	10778206	11000	154635	113	161865	10461706
3/2/2021	354	10791123	12917	154742	107	156879	10479508
4/2/2021	355	10803533	12410	154862	120	153270	10495401
5/2/2021	356	10815222	11689	154956	94	150676	10509790
6/2/2021	357	10827170	11948	155028	72	150733	10521409
7/2/2021	358	10838843	11673	155114	86	150653	10533076
8/2/2021	359	10847790	8947	155195	81	145690	10546905
9/2/2021	360	10858300	10510	155280	85	143616	10559604
10/2/2021	361	10871040	12760	155399	119	144032	10571629
11/2/2021	362	10880413	9353	155484	85	137578	10587351
12/2/2021	363	10892550	12137	155588	104	138253	10598709
13/2/2021	364	10904738	12188	155673	85	193277	10555788
14/2/2021	365	10916172	11434	155764	91	141326	10619083
15/2/2021	366	10925311	9139	155840	76	138579	10633892
16/2/2021	367	10937106	11795	155949	109	138254	10642903

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาหาย	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
17/2/2021	368	10949546	12440	156038	89	138802	10645706
18/2/2021	369	10962189	12643	156123	85	140998	10665068
19/2/2021	370	10976776	14587	156240	117	146654	10675882
20/2/2021	371	10991091	14315	156339	99	147214	10687538
21/2/2021	372	11005071	13980	156418	79	151639	10697014
22/2/2021	373	11015863	10792	156498	80	148882	10710483
23/2/2021	374	11029326	13463	156598	100	148584	10724144
24/2/2021	375	11046470	17144	156742	144	153178	10736550
25/2/2021	376	11063038	16568	156861	119	157418	10748759
26/2/2021	377	11076094	13056	156970	109	146095	10758139
27/2/2021	378	11096440	20346	157087	117	146678	10773275
28/2/2021	379	11112056	15616	157195	108	170293	10784568
1/3/2021	380	11123619	11563	157275	80	149786	10796558
2/3/2021	381	11139323	15704	157385	110	171776	10810162
3/3/2021	382	11156748	17425	157471	86	175044	10824233
4/3/2021	383	11173572	16824	157584	113	177967	10838801
5/3/2021	384	11191864	18292	157693	109	181997	10852174
6/3/2021	385	11210580	18716	157791	98	186253	10866536
7/3/2021	386	11229271	18691	157890	99	190501	10880880
8/3/2021	387	11246424	15353	157966	76	189172	10894786
9/3/2021	388	11261470	16846	158079	113	185767	10917624
10/3/2021	389	11284311	22841	158213	134	190295	109395803
11/3/2021	390	11305979	21668	158326	113	200401	10947252
12/3/2021	391	11333491	27512	158488	157	203661	10971347
13/3/2021	392	11358644	25153	158642	159	212147	10987855
14/3/2021	393	11385158	26514	158762	120	220951	11005445
15/3/2021	394	11409595	24437	158892	130	225072	11025631
16/3/2021	395	11433844	28869	159079	187	236008	11043377
17/3/2021	396	11474302	35838	159250	171	253882	11061170
18/3/2021	397	11513945	39643	159405	155	273032	11081508
19/3/2021	398	11550895	40950	159594	189	290152	11105149
20/3/2021	399	11598710	43815	159790	196	310801	11128119
21/3/2021	400	11645719	47009	160003	213	336392	11149324
22/3/2021	401	11686330	40611	160200	197	347071	11179059
23/3/2021	402	11733694	47264	160477	277	370101	11203016
24/3/2021	403	11787013	55419	160726	249	396696	11229591
25/3/2021	404	11846082	59069	160983	257	422596	11262503
26/3/2021	405	11908873	62291	161275	292	454249	11292849
27/3/2021	406	11971004	62631	161586	311	487840	11321578
28/3/2021	407	12039210	68206	161881	295	523602	11353727
29/3/2021	408	12095329	56119	162147	266	542353	11390829
30/3/2021	409	12148487	53158	162502	355	559933	11432052
31/3/2021	410	12220669	72182	162960	458	585215	11472494
1/4/2021	411	12302110	81441	163428	468	615798	11522884
2/4/2021	412	12391129	89019	164141	713	659928	11567040
3/4/2021	413	12484127	92998	164655	514	692350	11627122
4/4/2021	414	12587920	103793	165132	477	742830	11679958
5/4/2021	415	12684477	96557	165577	445	788855	11730045
6/4/2021	416	12799746	115269	166208	631	843779	11789759
7/4/2021	417	12926061	126315	166892	684	910264	11848905
8/4/2021	418	13057954	131893	167694	802	979519	11910741
9/4/2021	419	13202783	144829	168467	773	1046376	11987940
10/4/2021	420	13355465	152682	169305	838	1107827	12078333

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม การนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย ต้อง

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้คิดซื้อ สะสม	ยอดผู้คิดซื้อ รายวัน	ยอดผู้เสียภาษี สะสม	ยอด ผู้เสียภาษี รายวัน	ยอดผู้บริจาค ถึงที่กายอยู่	ยอดผู้บริจาค รักษาพยาบาลแล้ว
11/4/2021	421	13525379	169914	170209	904	1201457	12153713
12/4/2021	422	13686073	160694	171089	880	1264544	12250440
13/4/2021	423	13871321	185248	172115	1026	1366518	12332688
14/4/2021	424	14070890	199569	173152	1037	1471592	12429146
15/4/2021	425	14287740	216850	174335	1183	1569427	12543978
16/4/2021	426	14521683	23943	175673	1338	1679121	12666889
17/4/2021	427	14782461	26078	177168	1495	1800199	12805094
18/4/2021	428	15057767	275306	178793	1625	1930126	12948848
19/4/2021	429	15314714	256947	180550	1757	2030944	13103220
20/4/2021	430	15609004	294290	182570	2020	2156571	13269863
21/4/2021	431	15924806	315802	184672	2102	2290728	13449406
22/4/2021	432	16257309	332503	186928	2256	2428775	13641606
23/4/2021	433	16602456	345147	189549	2621	2530788	13842119
24/4/2021	434	16951769	349313	192310	2761	2681378	14078081
25/4/2021	435	17306300	354531	195116	2806	2814544	14286640
26/4/2021	436	17625735	319435	197880	2764	2882513	14545342
27/4/2021	437	17988637	362902	201165	3285	2979768	14807704
28/4/2021	438	18368096	379459	204812	3647	3085008	15078276
29/4/2021	439	18754984	386888	208313	3501	3172906	15373765
30/4/2021	440	19157094	402110	211835	3522	3272256	15673003
1/5/2021	441	19549656	392562	215523	3688	3352361	15981772
2/5/2021	442	19919715	370059	218945	3422	3419332	16281738
3/5/2021	443	20275543	358828	222383	3438	3452457	16600703
4/5/2021	444	20658234	382091	226169	3786	3495665	16938400
5/5/2021	445	21070852	412618	230151	3982	3571625	17289076
6/5/2021	446	21485258	414406	234071	3920	3633804	17597383
7/5/2021	447	21886611	401353	238265	4194	3731261	17917085
8/5/2021	448	22299111	409300	242398	4133	3742015	18311498
9/5/2021	449	22662410	366499	246186	3748	3750998	18665266
10/5/2021	450	22991927	329517	250025	3879	3720695	19021207
11/5/2021	451	23340426	348499	254225	4200	3709551	19376650
12/5/2021	452	23702832	362406	258351	4126	3716065	19728436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางภาคผนวก (ง) ข้อมูลผู้ติดเชื้อโรคโควิด 19 ประเทศไทย

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
15/2/2020	0	34	1	0	0	20	0
16/2/2020	1	34	0	0	0	20	0
17/2/2020	2	35	1	0	0	20	1
18/2/2020	3	35	0	0	0	18	2
19/2/2020	4	35	0	0	0	18	0
20/2/2020	5	35	0	0	0	18	0
21/2/2020	6	35	0	0	0	16	2
22/2/2020	7	35	0	0	0	15	1
23/2/2020	8	35	0	0	0	14	1
24/2/2020	9	35	0	0	0	20	6
25/2/2020	10	37	2	0	0	15	7
26/2/2020	11	40	3	0	0	18	0
27/2/2020	12	40	0	0	0	12	6
28/2/2020	13	41	1	0	0	13	0
29/2/2020	14	42	1	0	0	14	0
1/3/2020	15	42	0	0	0	11	2
2/3/2020	16	43	1	1	1	12	0
3/3/2020	17	43	0	1	0	12	0
4/3/2020	18	43	0	1	0	12	0
5/3/2020	19	47	4	1	0	15	1
6/3/2020	20	48	1	1	0	16	0
7/3/2020	21	50	2	1	0	18	0
8/3/2020	22	50	0	1	0	16	2
9/3/2020	23	50	0	1	0	16	0
10/3/2020	24	53	3	1	0	19	0
11/3/2020	25	59	6	3	0	24	1
12/3/2020	26	70	11	1	0	34	1
13/3/2020	27	75	5	1	0	39	0
14/3/2020	28	82	7	1	0	44	0
15/3/2020	29	114	32	1	0	78	0
16/3/2020	30	147	33	1	0	108	0
17/3/2020	31	177	30	1	0	135	6
18/3/2020	32	212	35	1	0	169	1
19/3/2020	33	272	60	1	0	229	0
20/3/2020	34	322	50	1	0	278	0
21/3/2020	35	411	89	1	0	366	2
22/3/2020	36	599	188	1	0	553	0
23/3/2020	37	721	122	1	0	668	8
24/3/2020	38	827	106	4	3	766	0
25/3/2020	39	934	107	4	0	860	18
26/3/2020	40	1045	111	4	0	953	18
27/3/2020	41	1136	91	5	1	1034	9
28/3/2020	42	1245	109	6	1	1139	0
29/3/2020	43	1388	143	7	1	1270	132
30/3/2020	44	1524	136	9	2	1388	0
31/3/2020	45	1651	127	10	1	1299	113
1/4/2020	46	1771	120	12	2	1343	163
2/4/2020	47	1875	104	15	3	1355	0
3/4/2020	48	1978	103	19	4	1378	107

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
020							
4/4/2020	49	2067	89	20	1	1435	62
5/4/2020	50	2169	102	23	3	1472	119
6/4/2020	51	2220	51	26	3	1401	0
7/4/2020	52	2258	38	27	1	1407	95
8/4/2020	53	2369	111	30	3	1451	0
9/4/2020	54	2423	54	32	2	1451	52
10/4/2020	55	2473	50	33	1	1427	73
11/4/2020	56	2518	45	35	2	1348	122
12/4/2020	57	2551	33	38	3	1295	83
13/4/2020	58	2579	28	40	2	1251	70
14/4/2020	59	2613	34	41	1	1167	117
15/4/2020	60	2643	30	43	2	1103	92
16/4/2020	61	2672	29	46	3	1033	96
17/4/2020	62	2700	28	47	1	964	96
18/4/2020	63	2733	33	47	0	899	98
19/4/2020	64	2765	32	47	0	790	141
20/4/2020	65	2792	27	47	0	746	71
21/4/2020	66	2811	19	48	1	655	109
22/4/2020	67	2836	15	49	1	425	244
23/4/2020	68	2839	13	50	1	359	78
24/4/2020	69	2854	15	50	0	314	60
25/4/2020	70	2907	53	51	1	309	57
26/4/2020	71	2922	15	51	0	277	47
27/4/2020	72	2931	9	52	1	270	15
28/4/2020	73	2938	7	54	2	232	43
29/4/2020	74	2947	9	54	0	228	13
30/4/2020	75	2954	7	54	0	216	22
1/5/2020	76	2960	6	54	0	187	32
2/5/2020	77	2966	6	54	0	180	13
3/5/2020	78	2969	3	54	0	176	7
4/5/2020	79	2987	18	54	0	193	1
5/5/2020	80	2988	1	54	0	187	7
6/5/2020	81	2989	1	55	1	173	14
7/5/2020	82	2992	3	55	0	165	11
8/5/2020	83	3000	8	55	0	161	12
9/5/2020	84	3004	4	56	1	161	3
10/5/2020	85	3009	5	56	0	159	7
11/5/2020	86	3015	6	56	0	163	2
12/5/2020	87	3017	2	56	0	163	2
13/5/2020	88	3017	0	56	0	117	46
14/5/2020	89	3018	1	56	0	112	6
15/5/2020	90	3025	7	56	0	115	4
16/5/2020	91	3025	0	56	0	114	1
17/5/2020	92	3028	3	56	0	116	14
18/5/2020	93	3031	3	56	0	118	1
19/5/2020	94	3033	2	56	0	120	0
20/5/2020	95	3034	1	56	0	90	31
21/5/2020	96	3037	3	56	0	84	9
22/5/2020	97	3037	0	56	0	71	13
23/5/2020	98	3040	3	56	0	68	6
24/5/2020	99	3040	0	56	0	63	5
25/5/2020	100	3042	2	57	1	57	7
26/5/2020	101	3045	3	57	0	59	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษาและเผยแพร่โดยไม่แสวงหากำไร
 ไม่ว่ากรณีสื่อสารทางสังคมที่มีการนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษาและเผยแพร่โดยไม่แสวงหากำไร

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2020							
27/5/2020	102	3054	9	57	0	66	2
28/5/2020	103	3065	11	57	0	63	14
29/5/2020	104	3076	11	57	0	74	0
30/5/2020	105	3077	1	57	0	59	16
31/5/2020	106	3081	4	57	0	61	2
1/6/2020	107	3082	1	57	0	60	2
2/6/2020	108	3083	1	58	1	59	1
3/6/2020	109	3084	1	58	0	58	2
4/6/2020	110	3101	17	58	0	75	0
5/6/2020	111	3102	1	58	0	73	3
6/6/2020	112	3104	2	58	0	75	0
7/6/2020	113	3112	8	58	0	82	1
8/6/2020	114	3119	7	58	0	88	1
9/6/2020	115	3121	2	58	0	90	0
10/6/2020	116	3125	4	58	0	86	8
11/6/2020	117	3125	0	58	0	80	6
12/6/2020	118	3129	4	58	0	84	0
13/6/2020	119	3134	5	58	0	89	0
14/6/2020	120	3135	1	58	0	90	0
15/6/2020	121	3135	0	58	0	90	0
16/6/2020	122	3135	0	58	0	84	6
17/6/2020	123	3135	0	58	0	81	3
18/6/2020	124	3141	6	58	0	86	1
19/6/2020	125	3146	5	58	0	80	13
20/6/2020	126	3147	1	58	0	71	10
21/6/2020	127	3148	1	58	0	72	0
22/6/2020	128	3151	3	58	0	71	4
23/6/2020	129	3156	5	58	0	75	1
24/6/2020	130	3157	1	58	0	73	3
25/6/2020	131	3158	1	58	0	62	12
26/6/2020	132	3162	4	58	0	64	2
27/6/2020	133	3162	0	58	0	51	13
28/6/2020	134	3162	0	58	0	51	0
29/6/2020	135	3169	7	58	0	58	0
30/6/2020	136	3171	2	58	0	57	3
1/7/2020	137	3173	2	58	0	56	3
2/7/2020	138	3179	6	58	0	62	0
3/7/2020	139	3180	1	58	0	56	7
4/7/2020	140	3185	5	58	0	61	0
5/7/2020	141	3190	5	58	0	61	5
6/7/2020	142	3195	5	58	0	65	1
7/7/2020	143	3195	0	58	0	65	0
8/7/2020	144	3197	2	58	0	65	2
9/7/2020	145	3202	5	58	0	59	11
10/7/2020	146	3202	0	58	0	57	2
11/7/2020	147	3216	14	58	0	70	1
12/7/2020	148	3217	1	58	0	71	0
13/7/2020	149	3220	3	58	0	72	2
14/7/2020	150	3227	7	58	0	78	1
15/7/2020	151	3232	5	58	0	82	1
16/7/2020	152	3236	4	58	0	83	3
17/7/2020	153	3239	3	58	0	85	1
18/7/2020	154	3246	7	58	0	92	0

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2020							
19/7/2020	155	3249	3	58	0	95	0
20/7/2020	156	3250	1	58	0	96	0
21/7/2020	157	3255	5	58	0	92	9
22/7/2020	158	3261	6	58	0	98	0
23/7/2020	159	3269	8	58	0	106	0
24/7/2020	160	3279	10	58	0	114	2
25/7/2020	161	3282	3	58	0	115	2
26/7/2020	162	3291	9	58	0	124	0
27/7/2020	163	3295	4	58	0	126	2
28/7/2020	164	3297	2	58	0	128	0
29/7/2020	165	3298	1	58	0	129	0
30/7/2020	166	3304	6	58	0	135	0
31/7/2020	167	3310	6	58	0	127	14
1/8/2020	168	3312	2	58	0	119	10
2/8/2020	169	3317	5	58	0	117	7
3/8/2020	170	3320	3	58	0	120	0
4/8/2020	171	3321	1	58	0	121	0
5/8/2020	172	3328	7	58	0	126	2
6/8/2020	173	3330	2	58	0	124	4
7/8/2020	174	3345	15	58	0	139	0
8/8/2020	175	3348	3	58	0	140	2
9/8/2020	176	3351	3	58	0	142	1
10/8/2020	177	3351	0	58	0	133	9
11/8/2020	178	3351	0	58	0	130	3
12/8/2020	179	3356	5	58	0	129	6
13/8/2020	180	3359	3	58	0	132	0
14/8/2020	181	3376	17	58	0	145	4
15/8/2020	182	3376	0	58	0	125	20
16/8/2020	183	3377	1	58	0	125	1
17/8/2020	184	3378	1	58	0	126	0
18/8/2020	185	3381	3	58	0	125	4
19/8/2020	186	3382	1	58	0	125	1
20/8/2020	187	3389	7	58	0	113	19
21/8/2020	188	3390	1	58	0	113	1
22/8/2020	189	3390	0	58	0	112	1
23/8/2020	190	3395	5	58	0	116	1
24/8/2020	191	3397	2	58	0	117	1
25/8/2020	192	3402	5	58	0	115	7
26/8/2020	193	3403	1	58	0	108	8
27/8/2020	194	3404	1	58	0	109	0
28/8/2020	195	3410	6	58	0	115	0
29/8/2020	196	3411	1	58	0	111	5
30/8/2020	197	3411	0	58	0	101	10
31/8/2020	198	3412	1	58	0	102	0
1/9/2020	199	3417	5	58	0	85	22
2/9/2020	200	3425	8	58	0	93	0
3/9/2020	201	3427	2	58	0	92	3
4/9/2020	202	3431	4	58	0	96	0
5/9/2020	203	3438	7	58	0	101	2
6/9/2020	204	3444	6	58	0	105	2
7/9/2020	205	3445	1	58	0	106	0
8/9/2020	206	3446	1	58	0	104	3
9/9/2020	207	3447	1	58	0	103	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคคลซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมายและต้อง chịuความผิดตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงแก่กรรม	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
02/0							
10/9/2020	208	3454	7	58	0	86	24
11/9/2020	209	3461	7	58	0	91	2
12/9/2020	210	3466	5	58	0	96	0
13/9/2020	211	3473	7	58	0	103	0
14/9/2020	212	3475	2	58	0	105	0
15/9/2020	213	3480	5	58	0	107	3
16/9/2020	214	3490	10	58	0	116	1
17/9/2020	215	3490	0	58	0	107	9
18/9/2020	216	3497	7	58	0	111	3
19/9/2020	217	3500	3	59	1	103	10
20/9/2020	218	3506	6	59	0	107	2
21/9/2020	219	3506	0	59	0	105	2
22/9/2020	220	3511	5	59	0	109	1
23/9/2020	221	3514	3	59	0	110	2
24/9/2020	222	3516	2	59	0	104	8
25/9/2020	223	3519	3	59	0	100	7
26/9/2020	224	3522	3	59	0	101	2
27/9/2020	225	3523	1	59	0	97	5
28/9/2020	226	3545	22	59	0	117	2
29/9/2020	227	3559	14	59	0	130	1
30/9/2020	228	3564	5	59	0	131	6
1/10/2020	229	3569	5	59	0	131	5
2/10/2020	230	3575	6	59	0	132	5
3/10/2020	231	3583	8	59	0	138	2
4/10/2020	232	3585	2	59	0	138	2
5/10/2020	233	3590	5	59	0	141	2
6/10/2020	234	3600	10	59	0	151	0
7/10/2020	235	3615	15	59	0	165	1
8/10/2020	236	3622	7	59	0	124	48
9/10/2020	237	3628	6	59	0	128	2
10/10/2020	238	3634	6	59	0	130	4
11/10/2020	239	3636	2	59	0	126	6
12/10/2020	240	3641	5	59	0	128	3
13/10/2020	241	3643	2	59	0	127	3
14/10/2020	242	3652	9	59	0	136	0
15/10/2020	243	3665	13	59	0	143	6
16/10/2020	244	3669	4	59	0	143	4
17/10/2020	245	3679	10	59	0	142	11
18/10/2020	246	3686	7	59	0	146	3
19/10/2020	247	3691	5	59	0	144	7
20/10/2020	248	3700	9	59	0	150	3
21/10/2020	249	3709	9	59	0	155	4
22/10/2020	250	3719	10	59	0	146	19
23/10/2020	251	3727	8	59	0	149	4
24/10/2020	252	3731	4	59	0	143	11
25/10/2020	253	3736	5	59	0	147	1
26/10/2020	254	3743	7	59	0	141	13
27/10/2020	255	3746	3	59	0	136	8
28/10/2020	256	3759	13	59	0	139	10
29/10/2020	257	3763	4	59	0	134	9
30/10/2020	258	3775	12	59	0	131	15
31/10/2020	259	3780	5	59	0	131	5
1/11/2020	260	3784	4	59	0	135	2

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงแก่กรรม	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
02/0							
2/11/2020	261	3787	3	59	0	133	3
3/11/2020	262	3797	10	59	0	133	10
4/11/2020	263	3804	7	59	0	133	7
5/11/2020	264	3810	6	59	0	128	11
6/11/2020	265	3818	8	60	1	119	16
7/11/2020	266	3830	12	60	0	126	5
8/11/2020	267	3837	7	60	0	123	10
9/11/2020	268	3840	3	60	0	119	7
10/11/2020	269	3844	4	60	0	114	9
11/11/2020	270	3847	3	60	0	102	15
12/11/2020	271	3852	5	60	0	99	8
13/11/2020	272	3861	9	60	0	108	4
14/11/2020	273	3866	5	60	0	99	10
15/11/2020	274	3874	8	60	0	99	8
16/11/2020	275	3875	1	60	0	94	6
17/11/2020	276	3878	3	60	0	94	3
18/11/2020	277	3880	2	60	0	91	5
19/11/2020	278	3888	8	60	0	86	13
20/11/2020	279	3892	4	60	0	87	3
21/11/2020	280	3902	10	60	0	86	11
22/11/2020	281	3913	11	60	0	92	5
23/11/2020	282	3920	7	60	0	94	5
24/11/2020	283	3922	2	60	0	90	6
25/11/2020	284	3926	4	60	0	86	8
26/11/2020	285	3942	16	60	0	94	8
27/11/2020	286	3961	19	60	0	111	2
28/11/2020	287	3966	5	60	0	108	8
29/11/2020	288	3977	11	60	0	117	2
30/11/2020	289	3998	21	60	0	135	3
1/12/2020	290	4008	10	60	0	137	8
2/12/2020	291	4026	18	60	0	144	11
3/12/2020	292	4039	13	60	0	157	10
4/12/2020	293	4053	14	60	0	154	7
5/12/2020	294	4072	19	60	0	170	9
6/12/2020	295	4086	14	60	0	173	5
7/12/2020	296	4107	21	60	0	179	15
8/12/2020	297	4126	19	60	0	192	6
9/12/2020	298	4151	25	60	0	211	6
10/12/2020	299	4169	18	60	0	221	8
11/12/2020	300	4180	11	60	0	217	15
12/12/2020	301	4192	12	60	0	217	12
13/12/2020	302	4209	17	60	0	226	8
14/12/2020	303	4237	28	60	0	237	17
15/12/2020	304	4246	9	60	0	237	9
16/12/2020	305	4261	15	60	0	224	28
17/12/2020	306	4281	20	60	0	232	12
18/12/2020	307	4297	16	60	0	232	16
19/12/2020	308	4331	34	60	0	247	19
20/12/2020	309	4907	576	60	0	806	17
21/12/2020	310	5289	382	60	0	1176	12
22/12/2020	311	5716	427	60	0	1578	25
23/12/2020	312	5762	46	60	0	1607	17
24/12/2020	313	5829	67	60	0	1653	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเพื่อการศึกษา ห้ามเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตเห็นชอบใช้ประโยชน์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ก็ตาม ห้ามทำซ้ำ ผลิตซ้ำ หรือเผยแพร่ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาอยู่	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2020							
25/12/2020	314	5910	81	60	0	1720	14
26/12/2020	315	6020	110	60	0	1808	22
27/12/2020	316	6141	121	60	0	1920	9
28/12/2020	317	6285	144	60	0	2045	19
29/12/2020	318	6440	155	61	1	2195	4
30/12/2020	319	6690	250	61	0	2417	28
31/12/2020	320	6884	194	61	0	2583	28
1/1/2021	321	7163	279	63	2	2827	33
2/1/2021	322	7379	216	64	1	3016	26
3/1/2021	323	7694	315	64	0	3293	38
4/1/2021	324	8439	745	65	1	4022	15
5/1/2021	325	8966	527	65	0	4504	45
6/1/2021	326	9331	365	66	1	4847	21
7/1/2021	327	9636	305	67	1	5048	103
8/1/2021	328	9841	205	67	0	4519	734
9/1/2021	329	10053	212	67	0	4440	29
10/1/2021	330	10298	245	67	0	3805	882
11/1/2021	331	10547	249	67	0	3914	138
12/1/2021	332	10834	287	67	0	4035	156
13/1/2021	333	10991	157	67	0	3981	211
14/1/2021	334	11262	271	69	2	3533	717
15/1/2021	335	11450	188	69	0	3093	628
16/1/2021	336	11680	230	70	1	2704	618
17/1/2021	337	12054	374	70	0	2969	109
18/1/2021	338	12423	369	70	0	3147	191
19/1/2021	339	12594	171	70	0	3168	150
20/1/2021	340	12653	59	71	3	2961	265
21/1/2021	341	12795	142	71	0	2882	221
22/1/2021	342	13104	309	71	0	2809	382
23/1/2021	343	13302	198	72	1	2782	224
24/1/2021	344	13500	198	73	1	2860	119
25/1/2021	345	13687	187	75	2	2950	95
26/1/2021	346	14646	959	75	0	3479	230
27/1/2021	347	15465	819	76	1	4335	162
28/1/2021	348	16221	756	76	0	4838	233
29/1/2021	349	17023	802	76	0	5551	109
30/1/2021	350	17953	930	77	1	6371	109
31/1/2021	351	18782	829	77	0	7090	110
1/2/2021	352	19618	836	77	0	7027	899
2/2/2021	353	20454	836	79	2	7158	703
3/2/2021	354	21269	795	79	0	7169	784
4/2/2021	355	22058	809	79	0	7181	797
5/2/2021	356	22644	586	79	0	7234	533
6/2/2021	357	23134	490	79	0	6781	943
7/2/2021	358	23371	237	79	0	6350	668
8/2/2021	359	23557	186	79	0	6068	468
9/2/2021	360	23746	189	79	0	5301	956
10/2/2021	361	23903	157	80	1	4909	548
11/2/2021	362	24104	201	80	0	4225	885
12/2/2021	363	24279	175	80	0	3989	411
13/2/2021	364	24405	126	80	0	3145	970
14/2/2021	365	24571	166	80	0	2380	931
15/2/2021	366	24714	143	82	2	1749	772

นับเดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม	ยอดผู้ติดเชื้อรายวัน	ยอดผู้เสียชีวิตสะสม	ยอดผู้เสียชีวิตรายวัน	ยอดผู้ป่วยที่ถึงรักษาอยู่	ยอดผู้ป่วยที่รักษาหายแล้ว
2021							
16/2/2021	367	24786	72	82	0	1141	680
17/2/2021	368	24961	175	82	0	1182	134
18/2/2021	369	25111	150	82	0	1083	249
19/2/2021	370	25241	130	83	1	1088	124
20/2/2021	371	25323	82	83	0	1111	59
21/2/2021	372	25415	92	83	0	1047	156
22/2/2021	373	25504	89	83	0	1060	76
23/2/2021	374	25599	95	83	0	1070	85
24/2/2021	375	25692	93	83	0	1067	96
25/2/2021	376	25764	72	83	0	947	192
26/2/2021	377	25809	45	83	0	774	218
27/2/2021	378	25881	72	83	0	776	70
28/2/2021	379	25951	70	83	0	740	106
1/3/2021	380	26031	80	83	0	624	196
2/3/2021	381	26073	42	84	1	569	96
3/3/2021	382	26108	35	84	0	541	63
4/3/2021	383	26162	54	84	0	516	79
5/3/2021	384	26241	79	85	1	515	79
6/3/2021	385	26305	64	85	0	534	45
7/3/2021	386	26370	65	85	0	541	58
8/3/2021	387	26441	71	85	0	579	33
9/3/2021	388	26490	49	85	0	554	74
10/3/2021	389	26540	50	85	0	509	95
11/3/2021	390	26598	58	85	0	513	44
12/3/2021	391	26679	81	85	0	538	56
13/3/2021	392	26757	78	86	1	585	30
14/3/2021	393	26927	170	86	0	687	68
15/3/2021	394	27005	78	87	1	684	80
16/3/2021	395	27154	149	87	0	768	65
17/3/2021	396	27402	248	88	1	975	40
18/3/2021	397	27494	92	89	1	1028	38
19/3/2021	398	27594	100	90	1	1054	73
20/3/2021	399	27713	119	90	0	1111	62
21/3/2021	400	27803	90	90	0	1115	86
22/3/2021	401	27876	73	91	1	1122	65
23/3/2021	402	28277	401	92	1	1419	103
24/3/2021	403	28346	69	92	0	1381	107
25/3/2021	404	28443	97	92	0	1405	73
26/3/2021	405	28577	134	92	0	1453	86
27/3/2021	406	28657	80	93	1	1428	104
28/3/2021	407	28734	77	94	1	1401	103
29/3/2021	408	28773	39	94	0	1366	74
30/3/2021	409	28821	48	94	0	1348	66
31/3/2021	410	28863	42	94	0	1343	47
1/4/2021	411	28889	26	94	0	1247	122
2/4/2021	412	28947	58	94	0	1247	58
3/4/2021	413	29031	84	95	1	1268	62
4/4/2021	414	29127	96	95	0	1258	106
5/4/2021	415	29321	194	95	0	1386	66
6/4/2021	416	29571	250	95	0	1528	108
7/4/2021	417	29905	334	96	0	1741	121
8/4/2021	418	30310	405	95	0	2114	32
9/4/2021	419	30869	559	96	0	2645	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษาและการแพทย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

วัน-เดือน-ปี	วันที่	ยอดผู้คิดเรื่อง สะสม	ยอดผู้คิดเรื่อง รายวัน	ยอดผู้เสียชีวิต สะสม	ยอด ผู้เสียชีวิต ประจำวัน	ยอดผู้ว่าที่ ถึงรักษาอยู่	ยอดผู้ว่าที่ รักษาหายแล้ว
021							
10/4/2021	420	31658	789	97	1	3400	33
11/4/2021	421	32625	967	97	0	4314	53
12/4/2021	422	33610	985	97	0	5265	34
13/4/2021	423	34575	965	97	0	6190	40
14/4/2021	424	35910	1335	97	0	7491	34
15/4/2021	425	37453	1543	97	0	8973	61
16/4/2021	426	39038	1585	97	0	10461	97
17/4/2021	427	40585	1547	99	2	11736	270
18/4/2021	428	42352	1767	101	2	13501	0
19/4/2021	429	43742	1390	104	3	14851	37
20/4/2021	430	45185	1443	108	4	16119	171
21/4/2021	431	46643	1658	110	2	17162	413
22/4/2021	432	48113	1470	117	7	18148	477
23/4/2021	433	50183	2070	121	4	19873	341
24/4/2021	434	53022	2839	129	8	22327	377
25/4/2021	435	55460	2438	140	11	24207	547
26/4/2021	436	57508	2048	148	8	25767	480
27/4/2021	437	59687	2179	163	15	25973	1958
28/4/2021	438	61699	2012	178	15	27119	851
29/4/2021	439	63570	1871	188	10	27968	992
30/4/2021	440	65193	1583	203	15	28696	860
1/5/2021	441	67044	1891	224	21	28745	1821
2/5/2021	442	68984	1940	245	21	29258	1406
3/5/2021	443	71025	2041	276	31	29765	1503
4/5/2021	444	72788	1763	303	27	30011	1490
5/5/2021	445	74900	2112	318	15	30222	1886
6/5/2021	446	76811	1911	336	18	29680	2435
7/5/2021	447	78855	2044	363	27	29320	2377
8/5/2021	448	81274	2419	382	19	29473	2247
9/5/2021	449	83375	2101	399	17	29371	2186
10/5/2021	450	85005	1630	421	22	29376	1603
11/5/2021	451	86924	1919	452	31	29435	1829
12/5/2021	452	88907	1983	486	34	29378	2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

- [1] กรมควบคุมโรค. โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <<https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/index.php>>
- [2] ดร. นำชัย ชีววิวรรธน์. (2563). COVID-19 โรคระบาดแห่งศตวรรษ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ มติชน.
- [3] ภาณุวัฒน์ เลิศสิทธิชัย. (2563). แบบจำลองโรคระบาดเบื้องต้น ๑: Deterministic SIR Model: เทียบกับข้อมูลการระบาด COVID-19 ในไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<<https://www.rama.mahidol.ac.th/surgery/sites/default/files/public/News/Covid19/>>
- [4] ศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 กระทรวงมหาดไทย (ศบค.มท). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :< <https://www.mocicovid.com>>
- [5] Gregory Kozyreff. (2021). Hospitalization dynamics during the first COVID-19 pandemic wave: SIR modeling compared to Belgium, France, Italy, Switzerland and New York City data. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468042721000099>
- [6] Gustavo A. Munoz-Fernandez, Jesus M. Seoane, Juan B. Seoane-Sepulveda. (2021). A SIR-type model describing the successive waves of COVID-19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960077921000357>
- [7] Herbert W. Hethcote. (1989). Three Basic Epidemiological Models. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- [8] Hughes-Hallett, Gleason, McCallum and et al. (2009). Calculus 5th edition single variable. The United State: John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Ian Cooper, Argha Mondal, Chris G. Antonopoulos. (2020). A SIR model assumption for the spread of COVID-19 in different communities. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960077920304549>
- [10] Konstantin S. Sharov. (2020). Creating and applying SIR modified compartmental model for calculation of COVID-19 lockdown efficiency. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960077920306913>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [11] Matt J. Keeling and Pejman Rohani. (2008). Modeling Infectious Diseases in humans and animals. The United Kingdom: Princeton University Press
- [12] Mohammed N. Alenezi, Fawaz S. Al-Anzi, Haneen Alabdulrazzaq. (2021). Building a sensible SIR estimation model for COVID-19 outspread in Kuwait. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016821000284>
- [13] Nikolai A. Kudryashov, Mikhail A. Chmykov, Michael Vigdorowitsch. (2020). Analytical features of the SIR model and their applications to COVID-19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X20304984>
- [14] Pushpendra Singh, Anubha Gupta. (2021). Generalized SIR (GSIR) epidemic model: An improved framework for the predictive monitoring of COVID-19 pandemic. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019057821000999>
- [15] R. C. Hibbeler. (2016). Engineering Mechanics: Dynamics in SI Units, Global Edition. United States: Pearson Prentice Hall
- [16] Tapas Kumar Koley, Monika Dhote. (2020). The COVID-19 Pandemic The Deadly Coronavirus Outbreak. India: Routledge
- [17] World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. [Online]. From :< <https://covid19.who.int/>>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.