

การศึกษาการเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานีระหว่างปี พ.ศ. 2561-2562

โดยใช้การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

ลัทธพรพรณ เสงตระกูล^{1/} ปุริช ออคุณสวัสดิ์^{1/}

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2561-2562 ทำให้เห็นถึงรูปแบบและความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายว่าพื้นที่ไหนที่มีความเสี่ยงในการรับโรค กระจายโรค หรือเป็น Hub (ศูนย์กลางของเครือข่าย) โดยนำข้อมูลจากระบบเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) พบว่ามีเอกสารการเคลื่อนย้ายทั้งหมด 9,091 ฉบับ โดยมีการเคลื่อนย้ายโคกระบือทั้งหมด 119,066 ตัว จุดประสงค์ของการเคลื่อนย้ายสูงสุด 3 ลำดับแรกคือนำเข้าโรงฆ่า นำไปเลี้ยง และอื่นๆ โดยกำหนด node เป็นตำบลที่มีการเคลื่อนย้ายเกี่ยวข้องกับจังหวัดปทุมธานี พบทั้งหมด 362 node เส้นเชื่อมระหว่าง node (ties) จำนวน 431 เส้น การวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย พบว่าตำบลที่มีการเคลื่อนย้ายเข้าสูงสุด คือ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง (In-degree = 121) ตำบลที่มีการเคลื่อนย้ายออกสูงสุด ได้แก่ ต.บางปรอก อ.เมือง (Out-degree = 141) และตำบลที่มีการเคลื่อนย้ายผ่านมากที่สุด คือ ต.บางปรอก อ.เมือง (Betweenness = 4856.5) ค่า Betweenness เป็นค่าที่แสดงถึงการเป็นตัวกลางหรือทางผ่านในการเคลื่อนย้าย จึงควรให้ความสำคัญกับพื้นที่เหล่านี้ในการควบคุมและป้องกันโรค การวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อยพบว่ามีทั้งหมด 8 component (กลุ่มย่อย) และ 40 cutpoint (node ที่ตัดออกไปแล้วกลุ่มย่อยจะแตกออกจากกัน) โดยมี 1 กลุ่มย่อยที่มีจำนวน node มากที่สุด คือ 345 node เนื่องจากมีขนาดใหญ่ เมื่อมีตำบลหนึ่งในกลุ่มย่อยนี้เกิดโรคจะควบคุมโรคในกลุ่มย่อยนี้ได้ยาก การวิเคราะห์ระดับเครือข่ายพบว่าลักษณะของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายเป็นแบบ Scale-free คือ node ส่วนมากมีค่า degree (ความสัมพันธ์) ต่ำ แต่จะมีบาง node ที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นมาก หรือมีลักษณะเป็น Hub ในการควบคุมหรือป้องกันโรคควรเริ่มที่ตำบลที่เป็น Hub ก่อน

คำสำคัญ: การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม, การเคลื่อนย้ายโคกระบือ, ปทุมธานี

เลขทะเบียนผลงานวิชาการ : 64(2)-0116(1)-027

¹ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

ผู้รับผิดชอบบทความ email: luttovet@hotmail.com

Cattle Movement Pattern in Pathum Thani Province during 2018-2019

by Using Social Network Analysis

Lutthapun Hengtrakool^{1/} Puris Orkoonsawat^{1/}

Abstract

The objective of this study was to analyze the pattern of cattle movement and identify risk area and hub in Pathum Thani Province during 2018-2019 by using Social Network Analysis (SNA). There were 9,091 movement documents with total number of cattle for 119,066. The main purpose of movement were slaughter, raising, and no information, respectively. Sub-district was the node of social network analyzing, and 362 nodes with 431 directed ties were found from this study. Analyzing the individual nodes for 3 variables: In-degree, Out-degree and Betweenness by measuring the centrality. The most value of centrality In-degree was 121 in Khlong Nueng Subdistrict of Khlong Luang District, the most Out-degree was 141 in Bang Prok Subdistrict of Mueang District, and the most Betweenness was 4856.5 in Bang Prok Subdistrict of Mueang District. The most of Betweenness subdistrict show that there are many times of movements through that area and it is important for prevention and controlling the disease. Social network analysis of subgroup found 8 components (the largest component had 345 nodes) and 40 nodes of cut-points. The network topology was scale-free. There were many nodes that had low degree and some nodes had high degree (Highly connected hubs). The important area for controlling disease were hubs.

Keyword: Social Network Analysis, Cattle Movement, **Pathum Thani Province**

Research Paper No: 64(2)-0116(1)-027

¹ Pathum Thani Provincial Livestock office, Mueang, Pathum Thani Province 12000

Corresponding author e-mail: luttovet@hotmail.com

คำนำ

จังหวัดปทุมธานีประกอบด้วย 7 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอสามโคก อำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอลองหลวง อำเภอลำลูกกา อำเภอธัญบุรี และอำเภอหนองเสือ มีตำบลทั้งหมด 60 ตำบล การเลี้ยงปศุสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่ โค กระบือ เป็ด ไก่ สุกรขุน และไก่พื้นเมือง จากข้อมูลพื้นฐานการเกษตรและสหกรณ์จังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2562 (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดปทุมธานี, 2562) พบว่าสินค้าปศุสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดปทุมธานี มีโคเนื้อ 6,600 ตัว ปริมาณผลผลิต 2,310 ตัน มูลค่าการผลิต 212.52 ล้านบาท ส่วนกระบือมี 850 ตัว ปริมาณผลผลิต 340 ตัน มูลค่าการผลิต 32.98 ล้านบาท เนื่องจากในปัจจุบันโคกระบือถูกลดบทบาทจากการใช้งานทางด้านเกษตรกรรม แต่มีการเลี้ยงเพื่อการค้าและบริโภคเนื้อมากขึ้น เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ความต้องการในการบริโภคเนื้อจึงมีมากขึ้นด้วย รวมถึงการเลี้ยงโคกระบือเพื่อใช้ในการบริโภคเนื้อให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าการทำเกษตรกรรมประเภทอื่น ทำให้มีเกษตรกรหันมาเลี้ยงโคกระบือมากขึ้น ซึ่งมีผลตามมาทำให้มีการเคลื่อนย้ายมากขึ้น จังหวัดปทุมธานีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าและออกเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีฟาร์มเลี้ยงโคกระบือรายใหญ่และรายย่อยเป็นจำนวนมาก อีกทั้งมีโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ถึง 20 แห่ง (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดปทุมธานี, 2562)

ข้อมูลของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์ (2561, 2562) รายงานข้อมูล ปี พ.ศ. 2561 มีเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานี เลี้ยงโคเนื้อ 232 ราย โคเนื้อทั้งหมด 6,523 ตัว เกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือ 34 ราย กระบือ 523 ตัว ปี พ.ศ. 2562 มีเกษตรกรเลี้ยงโคเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น 239 ราย โคเนื้อทั้งหมด 5,998 ตัว เกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือ 41 ราย กระบือ 600 ตัว

ข้อมูลจากระบบเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์ พบว่ามีข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าสู่จังหวัดปทุมธานีจากหลายจังหวัดเกือบทั่วประเทศ ทั้งภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคใต้ มีจำนวนครั้งของการนำเข้ามาก ทำให้โอกาสที่จะมีความเสี่ยงในการนำโรคปากและเท้าเปื่อยหรือโรคระบาดอื่นๆเข้าพื้นที่ได้มาก และมีโอกาสที่จะแพร่กระจายโรคไปสู่พื้นที่อื่นได้ ถึงแม้จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลวิธีอื่นซึ่งทำให้ทราบจำนวนครั้งของการเคลื่อนย้าย จำนวนสัตว์ในการเคลื่อนย้าย จังหวัดต้นทาง จังหวัดปลายทาง แต่การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคกระบือจะทำให้ทราบความสัมพันธ์ของแต่ละพื้นที่ พื้นที่ไหนมีความสัมพันธ์กับพื้นที่อื่นในการนำเข้า ส่งออก และนำผ่าน รวมถึงรูปแบบของเครือข่าย ดังนั้นหากมีการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคกระบือจะสามารถบ่งชี้ความเสี่ยงระหว่างหน่วยย่อยที่มีความสัมพันธ์กันเครือข่ายการเคลื่อนย้าย ทำให้สามารถจัดการ

ป้องกันการแพร่กระจายโรคได้ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญในโปรแกรมควบคุมและเฝ้าระวังโรค (Martinez-Lopez et al., 2009)

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (Social Network Analysis หรือ SNA) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์องค์ประกอบของระบบที่มีผลต่อกัน ระหว่างหน่วยย่อย (unit of interest) หรือ nodes ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน สัตว์ หรือสถานที่ โดยมีการเชื่อมโยงกัน (ties หรือ links) ระหว่างหน่วยย่อย การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมเริ่มมาจากการวิจัยทางสาขาสังคมศาสตร์และนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น ทางด้านธุรกิจ และทางด้านสาธารณสุข เช่น การศึกษาการระบาดของโรคเอดส์ (Luke and Harris, 2007) ต่อมาได้้นำการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมมาใช้ศึกษาทางสัตวแพทย์ด้านระบาดวิทยามากขึ้น การศึกษาการเคลื่อนย้ายสัตว์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างฟาร์มต้นทางและฟาร์มปลายทาง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเชื่อมโยงในเครือข่ายที่ซับซ้อน หากผลการศึกษาสามารถบ่งชี้ nodes หรือหน่วยย่อยที่มีการเคลื่อนย้ายในเครือข่ายที่มีความเสี่ยงสูงในการแพร่กระจายโรคไปสู่หน่วยย่อยอื่นได้ จะเป็นประโยชน์ในการป้องกันการเกิดโรค

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมที่นำมาใช้ทางสัตวแพทย์มี 4 วัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่ออธิบายโครงสร้างการเคลื่อนย้ายปศุสัตว์ 2. เพื่อศึกษาการระบาดในอดีต 3. เพื่อศึกษาผลกระทบของระเบียบข้อบังคับการเคลื่อนย้ายปศุสัตว์ และ 4. เพื่ออธิบายโครงสร้างของการเชื่อมโยงปศุสัตว์กับการแพร่กระจายโรค พยากรณ์การระบาดของโรค และสร้างรูปแบบการเคลื่อนย้าย (Dube et al., 2008a) การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยย่อยในเครือข่ายของการเคลื่อนย้าย ความถี่ และทิศทางลักษณะของการเคลื่อนย้ายที่มีผลต่อการแพร่การกระจายโรคระบาด ทำให้ทราบถึงธรรมชาติและขอบเขตของการติดต่อกันระหว่างสัตว์หรือฟาร์ม ทำให้เข้าใจความเสี่ยงที่โรคจะแพร่กระจายไปสู่กลุ่มประชากรที่มีความไวต่อการเกิดโรคได้ (Martinez-Lopez et al., 2009) นอกจากนั้นการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างมาตรการควบคุมโรค เพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคจากการเคลื่อนย้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป เช่น การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมโดยใช้ข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคกระบือและแกะในระยะแรกของการระบาดของโรคปากและเท้าเปื่อยในสหราชอาณาจักร (Ortiz-Pelaez et al., 2006) ในประเทศไทยมีการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่กระจายโรคไข้หวัดนกกับรูปแบบการเคลื่อนย้ายของการเลี้ยงไก่หลังบ้านในจังหวัดราชบุรี (Poolkhet et al., 2013) การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคของจังหวัดสุโขทัยเพื่อปรับปรุงการควบคุมโรค (Noopataya et al., 2015)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคกระบือ ที่มีจำนวนการขออนุญาตเคลื่อนย้ายเข้าออกในจังหวัดปทุมธานีในช่วงปี พ.ศ. 2561-2562 มาศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของเครือข่ายในการเคลื่อนย้ายสัตว์เข้าหรือออกจังหวัดปทุมธานี เพื่อสามารถวางแผนมาตรการป้องกันการเกิดโรคระบาดหรือกิจกรรมเฝ้าระวังโรคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ขอบเขตการศึกษา และข้อมูล

เป็นการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง (retrospective study) โดยนำข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคกระบือที่มีการนำเข้าและออกจากจังหวัดปทุมธานี ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 จากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์ โดยใช้เอกสารใบอนุญาต ร.4 (ใบอนุญาตนำเข้าหรือเคลื่อนย้ายสัตว์หรือซากสัตว์ภายในราชอาณาจักร) ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้าย มาทำการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคกระบือ

การจัดการข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาจัดการด้วยซอฟต์แวร์ Microsoft Excel (Microsoft, USA) จัดเรียงข้อมูลกรองข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องใช้ได้ของข้อมูล กำหนดรหัสในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยให้ Nodes เป็นตำบล และเส้นทางเชื่อมโยง (Ties หรือ Links)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลสถิติพรรณนา (Descriptive statistics) ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย ได้แก่ ข้อมูลจำนวนการเคลื่อนย้าย จำนวนสัตว์ วัตถุประสงค์

วิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมด้วยโปรแกรม UCINET 6.699 (UCINET, 2020) กำหนด node เป็นตำบลที่มีการนำเข้าและส่งออกโคกระบือ โดยการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

วิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย (individual nodes)

วิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อย (subgroup)

วิเคราะห์ระดับเครือข่าย (network structure)

คำจำกัดความ

Degree คือ จำนวนความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายโคกระบือในแต่ละตำบล (node) แบ่งเป็น In-degree คือ จำนวนตำบลต้นทางที่มีการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้ามา และ Out-degree คือ จำนวนตำบลปลายทางที่มีการเคลื่อนย้ายโคกระบือออกไป

Betweenness คือ จำนวนการเคลื่อนย้ายโคกระบือผ่านตำบลนั้นๆ หรือเป็นทางผ่านไปยังตำบลอื่นๆ โดยถ้าตำบลไหนที่มีค่า Betweenness สูง คือตำบลนั้นมีการเคลื่อนย้ายเพื่อผ่านไปตำบลอื่นสูง

In-closeness คือ ค่าที่แสดงถึงความใกล้ชิดกับ node อื่นๆในแง่ของการรับเข้า

Out-closeness คือ ค่าที่แสดงถึงความใกล้ชิดกับ node อื่นๆในแง่ของการส่งออก

Cut-point คือ node ที่ถ้าตัดออกจากเครือข่าย จะทำให้ component (กลุ่มของ node) ในเครือข่ายแตกออกจากกัน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลจากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์ การเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าออกจังหวัดปทุมธานี ในช่วงปี พ.ศ. 2561-2562 พบเอกสารการเคลื่อนย้ายทั้งหมด 9,091 ฉบับ โดยมีการเคลื่อนย้ายโคกระบือทั้งหมด 119,066 ตัว จุดประสงค์ที่ขออนุญาตเคลื่อนย้ายแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วัตถุประสงค์การเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2561-2562

วัตถุประสงค์	จำนวนเอกสารการเคลื่อนย้าย (%)	จำนวนโคกระบือ
เข้าโรงฆ่า	5,604 (61.64%)	74,215 (62.33%)
นำไปเลี้ยง	1,329 (14.62%)	14,877 (12.49%)
ไปจำหน่าย	804 (8.84%)	12,831 (10.78%)
ไปทำพันธุ์	121 (1.33%)	2,430 (2.04%)
ไปเลี้ยงขุน	56 (0.62%)	971 (0.82%)
ประกวด/แข่งขัน/แสดง	19 (0.21%)	171 (0.14%)
อื่นๆ	1,158 (12.74%)	13,571 (11.40%)

ข้อมูลการเคลื่อนย้ายเข้าสู่จังหวัดปทุมธานี

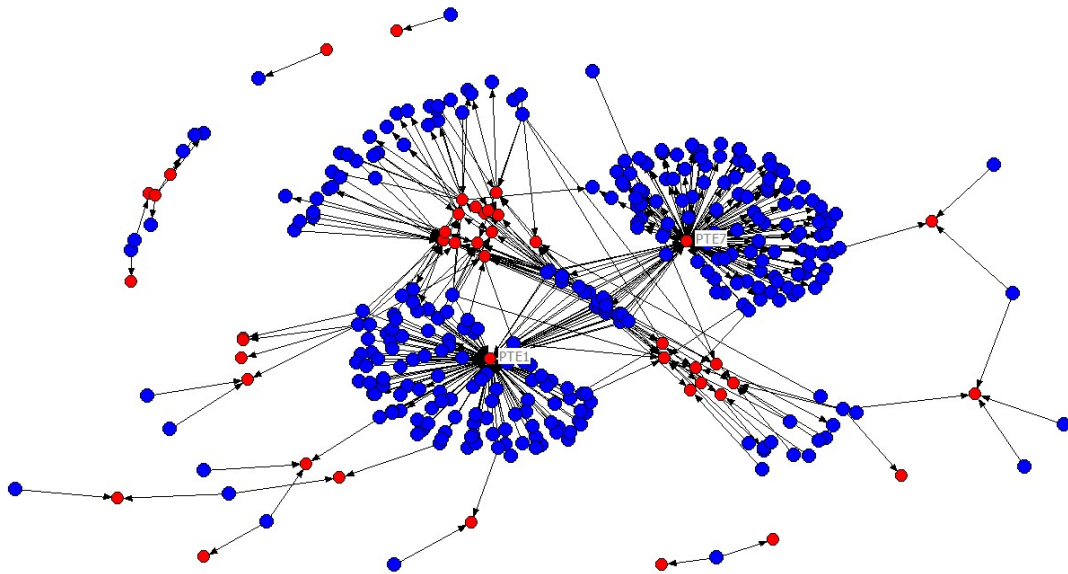
มีข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าสู่จังหวัดปทุมธานีในช่วงปี พ.ศ. 2561-2562 ทั้งหมด 8,529 ฉบับ เป็นจำนวนโคและกระบือทั้งหมด 106,433 ตัว (โค 100,216 ตัว กระบือ 6,217 ตัว) จังหวัดที่มีการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าสู่จังหวัดปทุมธานีมากที่สุด ได้แก่ สุพรรณบุรี 2,992 ฉบับ (35.08%) กาญจนบุรี 1,969 ฉบับ (23.09%) เพชรบุรี 924 ฉบับ (10.83%) นครราชสีมา 688 ฉบับ (8.07%) ประจวบคีรีขันธ์ 537 ฉบับ (6.3%) นครสวรรค์ 437 ฉบับ (5.12%) ลพบุรี 181 ฉบับ (2.12%) อุบลราชธานี 101 ฉบับ (1.18%) วัตถุประสงค์ของการเคลื่อนย้ายโคเข้าสู่จังหวัดปทุมธานี ได้แก่ เข้าโรงฆ่า นำไปเลี้ยงอื่นๆ และนำไปจำหน่าย ส่วนวัตถุประสงค์ของการเคลื่อนย้ายกระบือเข้าสู่จังหวัดปทุมธานี ได้แก่ นำไปจำหน่าย นำไปเลี้ยง และนำไปทำพันธุ์

ข้อมูลการเคลื่อนย้ายออกจากจังหวัดปทุมธานี

มีข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคกระบือออกจากจังหวัดปทุมธานีในช่วงปี พ.ศ. 2561-2562 ทั้งหมด 562 ฉบับ เป็นจำนวนโคและกระบือ 12,633 ตัว (โค 8,013 ตัว กระบือ 4,620 ตัว) จังหวัดที่มีการเคลื่อนย้ายโคกระบือออกจากจังหวัดปทุมธานีมากที่สุดได้แก่ นครปฐม 271 ฉบับ (48.22%) นครราชสีมา 43 ฉบับ (7.65%) พิจิตร 34 ฉบับ (6.05%) และบุรีรัมย์ 16 ฉบับ (2.85%) วัตถุประสงค์ของการเคลื่อนย้ายโคกระบือตามลำดับ ได้แก่อื่นๆ นำไปเลี้ยง และไปจำหน่าย

การวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย (individual nodes)

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละ node (ตำบล) ว่าแต่ละ node มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อ node อื่นๆภายในเครือข่ายมากหรือน้อย โดยวัดออกมาเป็นค่า Centrality ได้แก่ In-degree Out-degree Betweenness In-closeness และ Out-closeness เป็นต้น โปรแกรม UCINET 6.699 ประมวลผลข้อมูล node หรือตำบล ที่มีการเคลื่อนย้ายเกี่ยวข้องกับจังหวัดปทุมธานี โดย node สีแดงคือตำบลของจังหวัดปทุมธานี สีน้ำเงิน คือ node หรือตำบลของจังหวัดอื่น ที่มีการเคลื่อนย้ายเข้าหรือออกจากจังหวัดปทุมธานี ถูกสรุเข้า หมายถึงมีการนำเข้าโคกระบือสู่ node นั้น



ภาพที่ 1 แสดงเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าและออกจังหวัดปทุมธานีระหว่าง พ.ศ.2561-2562 (● คือตำบลของจังหวัดปทุมธานี ● คือตำบลของจังหวัดอื่น)

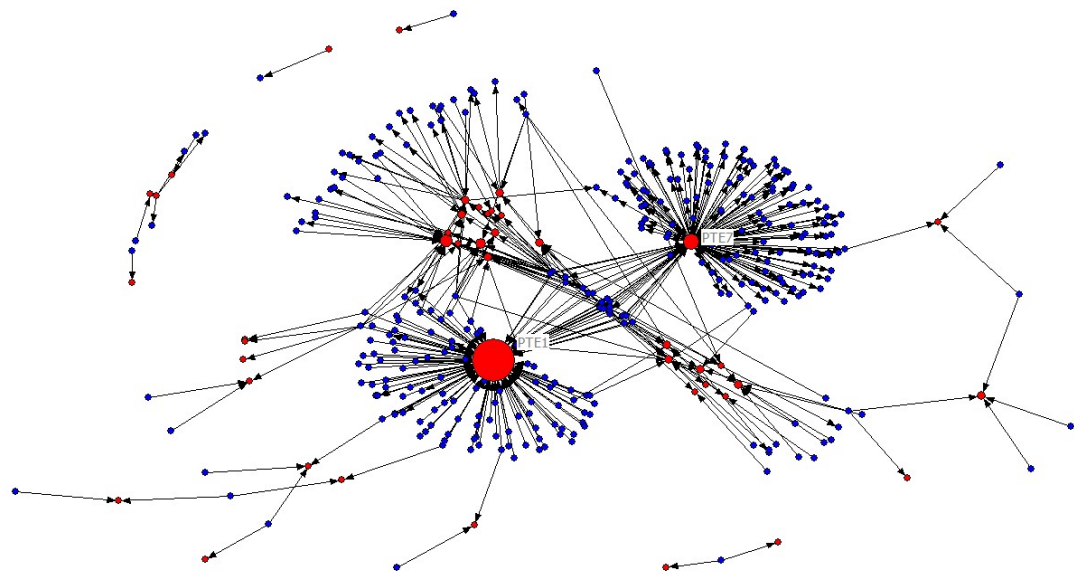
จากการวิเคราะห์ผลดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าและออกจังหวัดปทุมธานีระหว่าง พ.ศ.2561-2562 มีจำนวนทั้งหมด 362 nodes มีจำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมด 431 ties ลูกศรแสดงทิศทางของการเคลื่อนย้าย พบว่าตำบลที่มีความสัมพันธ์กับตำบลอื่นในเครือข่ายสูงคือ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี (PTE1) และตำบลบางปรอก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี (PTE7)

ตารางที่ 2 แสดงค่าของ In-degree Out-degree Betweenness In-closeness และ Out-closeness

	In-degree	Out-degree	Betweenness	In-closeness	Out-closeness
มัชฐาน	1.00	1.00	0.00	130682.00	130321.00
ฐานนิยม	0.00	0.00	0.00	130682.00	130682.00
ค่าน้อยที่สุด	0.00	0.00	0.00	2.00	73078.00
ค่ามากที่สุด	121.00	114.00	4856.50	183173.00	130682.00
ค่าเฉลี่ย	1.19	1.19	39.93	128047.17	122499.71
ส่วนเบี่ยงเบน					
มาตรฐาน	6.64	6.14	334.72	17250.67	16420.20
ค่ารวม	431.00	431.00	14455.00	46353075.00	44344894.00
ความ					
แปรปรวน	44.07	37.74	112040.14	297585493.56	269622903.93

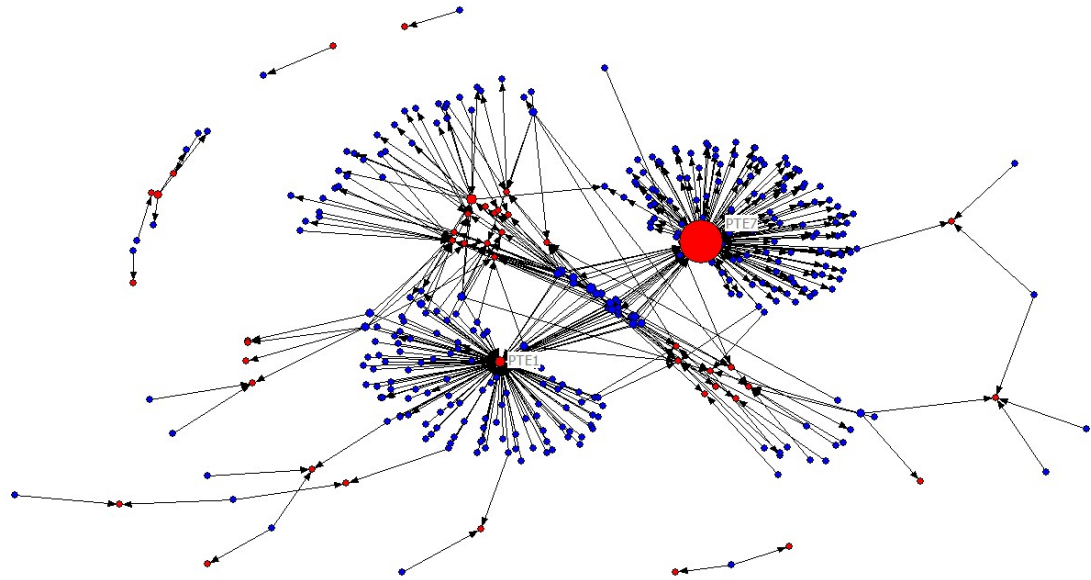
ตารางที่ 3 แสดงตำบลที่มีค่า In-degree Out-degree และ Betweenness สูงสุด 5 อันดับแรก

อันดับ		In-degree		Out-degree		Betweenness
1	ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	121	ต.บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี	114	ต.บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี	4856.5
2	ต.บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี	29	ต.หนองลาน อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี	14	ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	2941.5
3	ต.หนองสามวัง อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี	16	ต.คลองสอง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	13	ต.หนองปลาไหล อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร	1708
4	ต.คลองสาม อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	10	ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	9	ต.คลองสอง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	1653.5
5	ต.บ้านใหม่ อ.เมือง จ.ปทุมธานี	9	ต.หนองบัวน้อย อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	8	ต.ทัพทัน อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี	1238.5



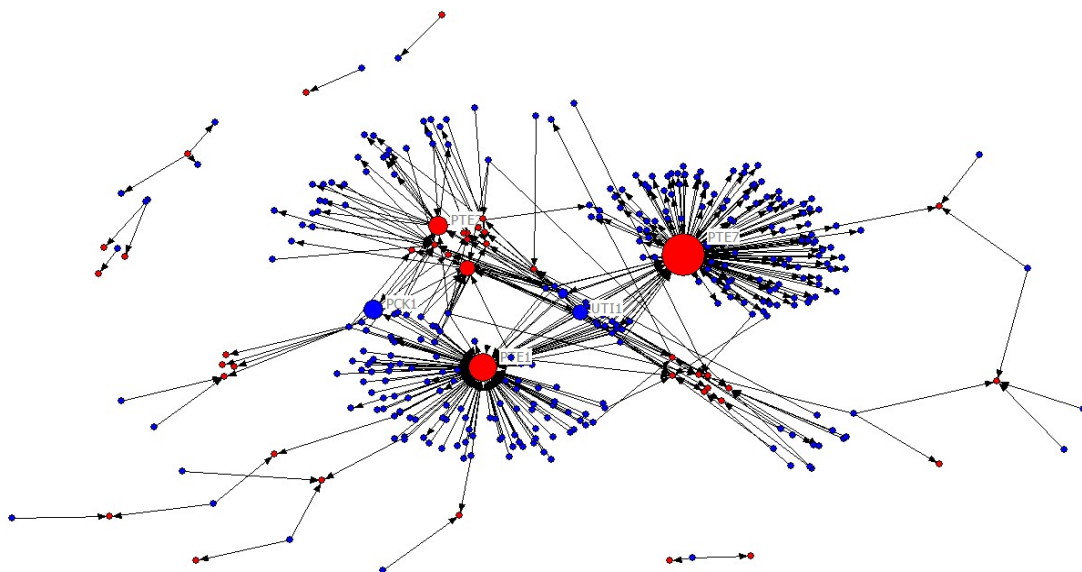
ภาพที่ 2 แสดงขนาดของ node ตามค่าของ In-degree ของการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าออกปทุมธานี พ.ศ. 2561-2562 (● คือตำบลของจังหวัดปทุมธานี ● คือตำบลของจังหวัดอื่น)

ภาพที่ 2 แสดงขนาดของ node ตามค่าของ In-degree โดย node ที่มีค่า In-degree สูงแสดงถึง มีการเคลื่อนย้ายเข้าสู่ node นั้นมาก พบว่า node ของตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี (PTE1) มีขนาดใหญ่ที่สุด มีค่า In-degree = 121 รองลงมาคือ node ของตำบลบางปรอก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี (PTE7) มีค่า In-degree = 29



ภาพที่ 3 แสดงขนาดของ node ตามค่าของ Out-degree ของการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าออกปทุมธานี พ.ศ. 2561-2562 (● คือตำบลของจังหวัดปทุมธานี ● คือตำบลของจังหวัดอื่น)

ภาพที่ 3 แสดงขนาดของ node ตามค่าของ out-degree node ที่มีค่า Out-degree สูงแสดงถึง มีการเคลื่อนย้ายออกจาก node นั้นมาก พบว่าตำบลบางปรอก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี (PTE7) มีค่าสูงที่สุด โดยมีค่า Out-degree = 114 รองลงมาคือ ต.หนองลาน อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี มีค่า Out-degree = 14 (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 4 แสดงขนาดของ node ตามค่าของ Betweenness ของการเคลื่อนย้ายโคกระบือเข้าออก ปทุมธานี พ.ศ. 2561-2562 (● คือตำบลของจังหวัดปทุมธานี ● คือตำบลของจังหวัดอื่น)

ภาพที่ 4 แสดงขนาดของ node ตามค่าของ Betweenness ซึ่ง node ที่มีค่า Betweenness สูงคือ node ที่มีการเคลื่อนย้ายผ่าน node นั้นมาก node ที่มีค่าสูงที่สุดตามลำดับ (ตามตารางที่ 3) ได้แก่ ต.บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี (PTE7) โดยมีค่า Betweenness = 4856.5 รองลงมาคือ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี (PTE1) มีค่า Betweenness = 2941.5 อันดับที่ 3 คือ ต.หนองปลาไหล อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร (PCK1) มีค่า Betweenness = 1708 อันดับที่ 4 คือ ต.คลองสอง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี (PTE2) มีค่า Betweenness = 1653.5 และอันดับที่ 5 คือ ต.ทัพทัน อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี (UTI1) มีค่า Betweenness = 1238.5

การวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อยใช้ในการวางแผนในการควบคุมโรคและกำหนดมาตรการในการเฝ้าระวังโรคในพื้นที่ให้ประหยัศทรัพยากรและมีประสิทธิภาพ รวมถึงสามารถใช้เป็นจุดในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารในการควบคุมโรคได้รวดเร็วและเข้าถึงในวงกว้างได้ โดยควรพิจารณาเลือกจากตำแหน่งที่เป็นศูนย์กลาง (hub) ของเครือข่ายก่อน ซึ่งมีค่า in-degree out-degree และ betweenness สูง เนื่องจาก node (ตำบล) ที่มีค่า in-degree สูง มีโอกาสได้รับโรคสูงจากการนำเข้าจากหลายพื้นที่ มีโอกาสพบโรคได้มาก จึงควรใช้เป็นพื้นที่ในการเฝ้าระวังโรคเชิงรับ (passive surveillance) ส่วน node ที่มีค่า out-degree สูง มีโอกาสกระจายโรคออกสู่ node หรือตำบลอื่นในเครือข่ายได้มาก จึงควรมีการเฝ้าระวังโรคเชิงรุก (active surveillance) เพื่อค้นหาโรคก่อนกระจายไปสู่พื้นที่อื่น ส่วนค่า betweenness เป็นค่าที่แสดงถึงการเป็นตัวกลางหรือทางผ่านในการเคลื่อนย้าย มีโอกาสในการรับเข้า

และส่งผ่านโรคไปสู่ node หรือตำบลอื่นๆได้มาก เมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ส่วนใหญ่ของการเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานีพบว่านำมาเข้าโรงฆ่า ซึ่งจะมี in-degree ที่สูงมาก อย่างที่ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง แต่จะเห็นว่ามีค่า out-degree ที่สูงด้วย (ตารางที่ 3) แสดงว่ามีการเคลื่อนย้ายโคกระบือออกไปด้วย จึงมีโอกาที่จะแพร่กระจายโรคออกไปได้ จึงควรมีมาตรการควบคุมการกระจายของโรคที่โรงฆ่าให้ดี ทั้งจากบุคคลหรือ ยานพาหนะที่มีความเกี่ยวข้อง ส่วนที่ ต.บางปรอก อ.เมือง มีค่า In-degree สูงมาก เนื่องจากเป็นที่ตั้งของโครงการธนาคารโค-กระบือ และมีโรงฆ่า รวมถึงมี ค่า out-degree และค่า betweenness สูง ซึ่งอาจทำให้ ต.บางปรอก อ.เมือง มีโอกาสที่จะรับโรคและกระจายโรคออกไปได้สูง จึงควรใช้เป็นพื้นที่ในการทำการเฝ้าระวังเชิงรับเพื่อตรวจหาโรคที่อาจมาจากพื้นที่อื่น และการเฝ้าระวังเชิงรุกเพื่อตรวจหาโรคก่อนที่จะกระจายออกไปสู่พื้นที่อื่น ดังนั้นจึงควรมีมาตรการเฝ้าระวังโรคในตำบลทั้งสองนี้อย่างเข้มงวด ถ้าเราลบ node ที่มีค่า betweenness สูงออกจากเครือข่าย ความเร็วของการแพร่เชื้อของเครือข่ายจะลดลงและการแพร่กระจายเชื้อในเครือข่ายก็จะลดลง (Ortiz-Pelaez et al., 2006) การควบคุมการเคลื่อนย้ายใน node ที่มี betweenness สูง ในกรณีที่เกิดโรคระบาดจะช่วยลดการกระจายโรคต่อไปสู่ node อื่นได้

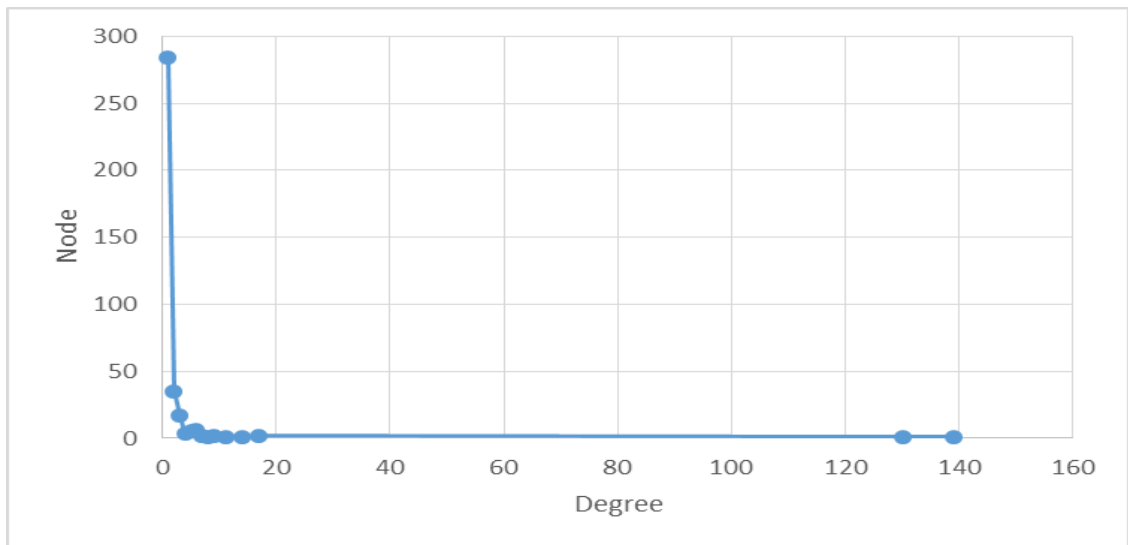
การวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อย (subgroup)

เป็นการวิเคราะห์การเชื่อมโยงกันของกลุ่ม ซึ่งกลุ่มย่อยเกิดจากการรวมกันของหลาย node ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน หรือเรียกว่า component (กลุ่มของ node หรือกลุ่มย่อย) ซึ่งหลายๆกลุ่มย่อยจะรวมกันเป็นเครือข่าย (network) จากการวิเคราะห์เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2562 พบว่ามีทั้งหมด 8 กลุ่มย่อย มีกลุ่มย่อยที่มี 2 node จำนวน 5 กลุ่มย่อย มีกลุ่มย่อยที่มี 3 node 4 node และ 345 node อย่างละ 1 กลุ่มย่อย หมายความว่า ในเครือข่ายของการเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานี แบ่งเป็น 8 กลุ่มย่อยที่ไม่เชื่อมต่อกัน แต่จะมีกลุ่มย่อยเดียว ที่มีจำนวน node ในกลุ่มย่อยมาก คือ 345 node หรือในกลุ่มย่อยนี้เป็นความสัมพันธ์กันของ 345 ตำบล ซึ่งกลุ่มย่อยที่มีขนาดใหญ่ ในกรณีที่มีโรคระบาดเกิดขึ้นจะกำจัดโรคออกไปจากเครือข่ายได้ยาก และกลุ่มย่อยที่มีความหนาแน่นสูง (คือมีจำนวน ties หรือเส้นเชื่อมระหว่าง nodes ภายในกลุ่มย่อยมาก) เมื่อเกิดโรคระบาด จะมีความเร็วในการกระจายโรคสู่ node อื่นๆในกลุ่มย่อยสูง การควบคุมโรคทำได้ยาก

Cutpoint คือ node ที่ตัดออกไปแล้วกลุ่มย่อยจะแตกออกจากกัน หรือเป็นจุดที่เชื่อมระหว่างกลุ่มย่อยในเครือข่าย มีทั้งหมด 40 node โดยเป็นตำบลที่อยู่ในจังหวัดปทุมธานี 26 ตำบล โดยมีตำบลที่เป็น cutpoint ที่สำคัญได้แก่ ต.บางปรอก อ.เมือง ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง และ ต.คลองสอง อ.คลองหลวง เป็นตำแหน่งที่สามารถใช้ในการควบคุมโรค เช่น ในกรณีที่เกิดโรค ควบคุมหรือห้ามเคลื่อนย้ายในตำบลที่เป็น cutpoint เพื่อไม่ให้โรคกระจายต่อเนื่องไปในเครือข่าย หรือไปสู่ node อื่นๆหรือกลุ่มย่อยอื่นที่มีความเกี่ยวข้องกัน

การวิเคราะห์ระดับเครือข่าย (network structure)

เป็นการศึกษาลักษณะการเชื่อมโยงของเครือข่าย (Network Topology) เมื่อพิจารณาจากกราฟ Degree Distribution (ภาพที่ 5) พบว่ากราฟมีการกระจายตัวแบบ Right Skewed Distribution คือมีบาง node ที่มี degree สูง (high degree) คือมีความสัมพันธ์กับ node อื่นมาก หรือเป็น “ Highly connected hubs” แต่ node อื่นๆส่วนมากในเครือข่ายมี degree ต่ำ (low degree) หรือมีความสัมพันธ์กับ node อื่นน้อย ค่า Network Density คือ ความหนาแน่นของเครือข่าย บอกถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มของ node เมื่อเทียบกับจำนวนความสัมพันธ์ทั้งหมด โดยมีค่าตั้งแต่ 0-1 ถ้ามีค่าใกล้ 0 แสดงว่าเครือข่ายมีการเชื่อมโยงกันน้อย ถ้ามีค่าใกล้ 1 แสดงว่าเครือข่ายมีการเชื่อมโยงกันอย่างแน่นหนา จากการวิเคราะห์พบว่ามีความ Network density: 0.003 ซึ่งถือว่าต่ำ เครือข่ายมีการเชื่อมโยงกันน้อย โอกาสในการกระจายโรคในเครือข่ายน้อย Clustering Coefficient คือ การเกาะกลุ่มกันของเครือข่าย ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าทุกหน่วยย่อยติดต่อโดยตรงกับหน่วยย่อยอื่นในเครือข่าย ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าไม่มีการติดต่อระหว่างหน่วยย่อยในเครือข่าย มีค่า clustering coefficient ต่ำ (0.000) แสดงว่าแต่ละหน่วยย่อยในเครือข่ายไม่มีการติดต่อกันมากนัก ซึ่งจากผลทั้งหมดรวมกันพบว่าการเชื่อมโยงของเครือข่ายเป็นแบบ Scale-free ซึ่งตำบลที่เป็น Hub จะมีบทบาทสำคัญ เนื่องจากมีความเชื่อมโยงกับพื้นที่อื่นในเครือข่ายมาก กรณีที่เกิดโรคในพื้นที่ที่เป็น Hub จะมีการกระจายโรคไปสู่พื้นที่อื่นได้เร็ว (Martínez-López et al., 2009) และกรณีที่มีการเกิดโรคระบาดในเครือข่ายควรมีมาตรการควบคุมโรคในพื้นที่ (node) ที่เป็น Hub จะทำให้การควบคุมโรคมีประสิทธิภาพ (Dube et al., 2008b)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงการกระจายความถี่ (Degree Distribution) ของการเคลื่อนย้ายโคกระบือนำเข้าและส่งออกของจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2561-2562

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคกระบือทำให้เห็นถึงรูปแบบและความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้าย พื้นที่ไหนที่มีความเสี่ยงในการรับโรค กระจายโรค หรือเป็นศูนย์กลางของเครือข่าย (Hub) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่อื่นมาก เจ้าหน้าที่ควรเน้นควบคุมหรือป้องกันโรคที่จุดนั้นเป็นสำคัญ จึงสามารถใช้ในการวางแผนในการควบคุมหรือป้องกันโรคระบาดได้

การวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย หรือเมื่อพิจารณาค่า Centrality (In-degree, Out-degree และ Betweenness) พบว่า ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ต.บางปรอก อ.เมือง และ ต.คลองสอง อ.คลองหลวง มีความสำคัญในการรับโรคและกระจายโรคได้ในกรณีที่เกิดโรคระบาด จึงควรให้ความสำคัญกับการควบคุมและป้องกันโรค หรือมีกิจกรรมการเฝ้าระวังโรคในพื้นที่ดังกล่าว

การวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อย พบว่ามี 1 กลุ่มย่อยที่มีจำนวน node มากที่สุด คือ 345 node จึงควรให้ความสำคัญกับกลุ่มย่อยนี้ เนื่องจากมีขนาดใหญ่ เมื่อมีตำบลหนึ่งในกลุ่มย่อยนี้เกิดโรคระบาด จะมีโอกาสควบคุมโรคได้ยาก และกำจัดโรคออกจากกลุ่มย่อยได้ช้า แต่จากที่มีตำบลที่เป็น cutpoint หลายตำบล เมื่อเราไปตัดวงจรการแพร่กระจายโรคในตำบลเหล่านี้ เช่น ห้ามการเคลื่อนย้ายสัตว์จากฟาร์มในตำบลที่เป็น cutpoint ไปยังฟาร์มอื่น จะช่วยทำให้หยุดการแพร่กระจายเชื้อได้เร็วขึ้น รวมถึงลดขนาดหรือความรุนแรงของโรคระบาดด้วย

การวิเคราะห์ระดับเครือข่ายพบว่า ลักษณะของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายเป็นแบบ Scale-free คือ มี node ส่วนมากมี degree ต่ำ แต่จะมีบาง node ที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นมาก หรือมีลักษณะเป็น Hub ในการควบคุมหรือป้องกันโรคควรเริ่มปฏิบัติที่พื้นที่ที่เป็น Hub ก่อนเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งได้แก่ ต.บางปรอก อ.เมือง และ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง ได้แก่ ห้ามเคลื่อนย้ายโค กระบือ หรือการส่งข้อมูลข่าวสารการควบคุมโรคไปยังตำบลหรือพื้นที่อื่นๆที่เกี่ยวข้อง จะทำให้เครือข่ายได้รับข้อมูลข่าวสารรวดเร็วที่สุด

ข้อมูลจากระบบ e-Movement ที่ระบุวัตถุประสงค์การเคลื่อนย้าย มีจำนวนมากที่ไม่ระบุ หรือมีหลายข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อน ทำให้ไม่สามารถทราบข้อมูลของการเคลื่อนย้ายได้ การให้ข้อมูลอย่างครบถ้วนในการบันทึกเพื่อขออนุญาตเคลื่อนย้าย จึงมีความสำคัญ ที่ต้องขอความร่วมมือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ในการใส่ข้อมูลให้ครบถ้วนและพิจารณาความถูกต้องด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ น.สพ.ประกาศ ภิญญชีพ ปศุสัตว์เขต 1 และคณะกรรมการวิชาการสำนักงานปศุสัตว์เขต 1 น.สพ.อดิศร ชาดิสภาพ ปศุสัตว์จังหวัดปทุมธานี รศ.น.สพ.ดร.ชัยเทพ พูลเขตต์ ภาควิชาสัตวแพทยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ น.สพ.วิเชียร จารุเพ็ง สพ.ญ. วิไลภรณ์ วงศ์พุกษาสูง โดยเฉพาะ สพ.ญ. กัญญา อาษายุทธ ที่ให้คำปรึกษาและปรับปรุงต้นฉบับนี้ รวมถึงเจ้าหน้าที่สำนักงานปศุสัตว์ปทุมธานี และเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์อำเภอผู้ทำการเก็บและบันทึกข้อมูล และ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2561. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ระดับจังหวัด ปี 2561. รายงานข้อมูล/สถิติ. แหล่งที่มา :
<http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/310-report-thailand-livestock/reportservey2561>, 1 มิถุนายน 2563.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2562. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ระดับ

จังหวัด ปี 2561. รายงานข้อมูล/สถิติ. แหล่งที่มา :

[http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/323-report-thailand-](http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/323-report-thailand-livestock/reportservey2562)

[livestock/reportservey2562](http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/323-report-thailand-livestock/reportservey2562), 1 มิถุนายน 2563.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดปทุมธานี. 2562. ข้อมูลพื้นฐานการเกษตรและสหกรณ์จังหวัด

ปทุมธานี ปี 2562. แหล่งที่มา: [https://www.opsmoac.go.th/pathumthani-dwl-preview-](https://www.opsmoac.go.th/pathumthani-dwl-preview-421191791828)

[421191791828](https://www.opsmoac.go.th/pathumthani-dwl-preview-421191791828), 9 เมษายน 2563.

Dube C., C. Ribble, D. Kelton and B. McNab. 2008. A Review of Network Analysis Terminology

and its application to Foot-and-Mouth Disease Modelling and Policy Development.

Transboundary and Emerging Diseases 56 (2009): 73-85.

Dube C., C. Ribble, D. Kelton and B. McNab. 2008. Comparing network analysis measures to

determine potential epidemic size of highly contagious exotic diseases in fragmented

monthly networks of dairy cattle movements in Ontario, Canada. Transboundary and

Emerging Diseases, 55(9–10), 382–392. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2008.01053.x>.

Luke, D. A. and J. K. Harris. 2007. Network Analysis in Public Health: History, Methods,

and Applications. The Annual Review of Public Health. 28: 69–93.

Martinez-Lopez, B., A.M. Perez and J.M. Sanchez-Vizcaino. 2009. Social Network Analysis.

Review of General Concepts and Use in Preventive Veterinary Medicine. Transboundary

and Emerging Diseases 56(4):109-120.

Noopataya, S., S. Thongratsakul and C. Poolkhet. 2015. Social network analysis of cattle

movement in Sukhothai province, Thailand: a study to improve control measurements.

Hindawi Publishing Corporation Veterinary Medicine International.

[doi.10.1155/2015/587252](https://doi.org/10.1155/2015/587252)

Ortiz-Pelaez, A., D.U. Pfeiffer, R.J. Soares-Magalhaes and F.J. Guitian. 2006. Use of social

network analysis to characterize the pattern of animal movements in the initial

phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemic in the UK. Preventive

Veterinary Medicine 76(2006): 40–55.

Poolkhet, C., P. Chairatanayuth, S. Thongratsakul, S. Kasemsuwan and T. Rukkwamsuk. 2013.

Social network analysis used to assess the relationship between the spread of avian influenza and movement patterns of backyard chickens in Ratchaburi, Thailand.

Research in Veterinary Science. 95(2013): 82-86.

UCINET SOFTWARE. 2020. UCINET 6.699. Available source :

<https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>, July 10,2020.