

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

การ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ กับประสิทธิภาพ
ของการผลิตพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย



20 ส.ย. 2517

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการ ศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

15 มีนาคม 2517

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้.



.....ประธานกรรมการ

.....กรรมการ

15 มีนาคม 2517

ประกาศคุณการ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ประเสริฐ วิฑารัฐ และ รองศาสตราจารย์สุวาท เสนาณรงค์
อย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาในการแนะนำ, ให้ขอคิดเห็นและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จน
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับ

ผู้อำนวยการกองแผนงาน กรมทางหลวง

ผู้อำนวยการกองปกครองท้องที่ กรมการปกครอง

ผู้อำนวยการกองทางหลวงท้องที่ กรมโยธาธิการ

เลขาธิการสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท

หัวหน้าสำนักงานศูนย์วิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

คุณแถมเวท เวทยะเวทิน หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศก์จังหวัดชัยภูมิ และภริยา

คุณบุญเหลือ แฉงเวียง ศึกษาธิการจังหวัดศรีสะเกษ และภริยา

คุณสัมฤทธิ์ ชัยวรรณคุปต์ กองพัชไร กรมวิชาการ เกษตร

คุณธีระ อุดเจริญ กองแผนงานและประเมินผล กรมส่งเสริมการเกษตร

และหน่วยราชการอื่น ๆ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

ท้ายสุด ขอขอบคุณ คุณอำนวย เคชชัยศรี, คุณพัชนี ศรีทองนาก, คุณศศิธร เวทยะเวทิน,
คุณเบญจพร ช่อภักดี และคุณเสาวนีย์ ภรรยา ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจสนับสนุนการจัดทำ
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

กวี วรกวิน.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา	3
ความสำคัญของการศึกษา	3
สมมุติฐานในการศึกษา	4
ขอบเขตของการศึกษา	4
เกณฑ์ในการเลือกบริเวณที่ศึกษา	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
3 วิธีการดำเนินการศึกษา	31
แหล่งข้อมูล	31
การจัดกระทำข้อมูล	31
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	32
ข้อกำหนดในการศึกษา	33
4 การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ข้อมูล	35
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	35
เปรียบเทียบดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่	36
ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่	47

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีแต่ละชนิดของโครงตาข่ายกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่	50
5 อภิปรายผล สรุป ข้อเสนอแนะ	51
เปรียบเทียบความหนาแน่นของ เส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514	51
ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของ เส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิต	60
ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของดัชนีแต่ละชนิดกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่	63
สรุปผลการศึกษา	64
ขอบทพร่องในการศึกษา	65
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคต่อไป	66
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	71

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

4.1	แสดงค่าดัชนีชนิดต่าง ๆ ของเส้นทางรถยนต์กับดัชนีประสิทธิภาพของการผลิต พืชไร่	37
4.2	เปรียบเทียบค่าดัชนีรวม ATS ($\beta + \gamma$) กับประสิทธิภาพของการผลิต พืชไร่	38
4.3	แสดงการจํกคลุมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ และประสิทธิภาพของการผลิต พืชไร่ โดยใช้ระบบแบ่ง 5 จังหวัดเท่า ๆ กัน	41
4.4	แสดงเกณฑ์การจัดอันดับตามแนวของบาเทีย	42
4.5	แสดงการจํกคลุมประสิทธิภาพของการผลิต โดยถือเกณฑ์ของบาเทีย	42
4.6	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ATS ($\alpha + \beta + \mu + \gamma$) กับ E_i	47
4.7	เปรียบเทียบดัชนีรวม ATS ($\alpha + \beta + \mu + \gamma$) กับ E_i	48
4.8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ATS ($\beta + \gamma$) กับ E_i	49
4.9	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า β และ γ กับ E_i	50

บัญชีรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 แผนที่แสดงบริเวณที่ทำการศึกษา แสดง เขตจังหวัด ลำเภอ	5
2.1 ภาพเปรียบเทียบระบบโครงข่าย 2 ระบบ	10
2.2: ภาพแสดงระบบโครงข่ายแบบหลานาร์กราฟ พร้อมทั้งจำนวนกึ่งกลาง และจำนวนเส้นทาง	10
2.3 ภาพแสดงการพัฒนาของ เมืองท่าในประเทศกอยพัฒนา โดยอิทธิพลของ เส้นทาง คมนาคม	18
2.4 ภาพแสดงชั้นการ เชื่อมสัมพันธ์ของ เส้นทางคมนาคม	20
2.5 ภาพแสดงระบบโครงข่ายพลาณาร์กราฟ แบบเดลตา (Delta Pattern)	23
2.6 ภาพแสดงบทบาทของ เส้นทางคมนาคมในกิจกรรมทาง เศรษฐกิจ	25
2.7 ภาพแสดงอิทธิพลของ เส้นทางคมนาคมทำให้เกิดลักษณะ เศรษฐกิจ เฉพาะ เมือง	28
4.1 แผนที่แสดงการ จัดกลุ่มความหนาแน่นของ เส้นทางคมนาคมปี พ.ศ. 2510	43
4.2 แผนที่แสดงการ จัดกลุ่มความหนาแน่นของ เส้นทางคมนาคม ปี พ.ศ. 2514	44
4.3 แผนที่แสดงการ จัดกลุ่มดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ปี พ.ศ. 2510	45
4.4 แผนที่แสดงการ จัดกลุ่มดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ปี พ.ศ. 2514	46
5.1 แผนที่แสดง โครงสร้างลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	57

ภูมิหลัง

การคมนาคมขนส่งเป็นปัจจัยที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เพราะระบบโครงสร้างของเส้นทางคมนาคมจะเป็นสายสัมพันธ์เกี่ยวโยงกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจทุกด้าน ทั้ง เกษตรกรรม อุตสาหกรรม สังคม วัฒนธรรม และอื่น ๆ โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีลักษณะเศรษฐกิจหนักไปในทางเกษตรกรรม จำเป็นต้องอาศัยระบบเส้นทางคมนาคมที่ดีและรวดเร็ว เป็นเครื่องสนับสนุนให้ผลผลิตจากกิจกรรมดังกล่าวออกสู่ตลาดพร้อมกับนำสิ่งจำเป็นในการลงทุนกลับมาดำเนินการมากยิ่งขึ้น แต่ความสัมพันธ์เกี่ยวโยงระหว่างกิจกรรมทั้งสองประการนั้น ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่ามีความเกี่ยวพันกันมากน้อยเพียงไร ฉะนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษารวบรวมเรื่องนี้ โดยเฉพาะมุ่งหมายที่จะศึกษาถึงระบบโครงข่าย (network structure system) ของเส้นทางรถยนต์ที่แจกกระจายโดยทั่วไปในประเทศไทยว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทางด้านการเกษตรของประเทศอย่างไร เพราะมีแนวโน้มเพิ่มและขยายจำนวนเส้นทางรถยนต์ออกไปทุก ๆ ปี พิจารณาได้จากงบประมาณรายจ่ายที่จ่ายไปในทางคมนาคมตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติตั้งแต่ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ที่ประกาศออกใช้และดำเนินการตามแผนเรียบร้อยแล้ว

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 1 ปรากฏว่างบประมาณทางด้านคมนาคมขนส่ง มีมูลค่าสูงสุดคือร้อยละ 26.12 ของงบประมาณทั้งหมดทางด้านเกษตรและสหกรณ์ ประมาณร้อยละ 13.85 เป็นอันดับ 4 รองจากงบประมาณด้านการพลังงานกับการพัฒนาสังคม และสาธารณสุข ส่วนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 2 งบประมาณด้านการคมนาคมขนส่ง ยังคงมีมูลค่าสูงสุด คือประมาณร้อยละ 29.73 ของงบประมาณทั้งหมด รองลงไปเป็นงบด้านการเกษตรและสหกรณ์ ประมาณร้อยละ 19.74 (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 และ 2 : สำนักนายกรัฐมนตรี) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าแผนพัฒนาเศรษฐกิจและ

สังคมฉบับที่ 1

ผลงานของแผนพัฒนาทั้ง 2 ฉบับยังปรากฏให้เห็นอยู่ในรูปของเส้นทางรถยนต์ที่เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากในระยะ 10 ปี หลัง ๆ ที่ผ่านมา และผลที่ได้จากเส้นทางรถยนต์โดยตรงอีกประการหนึ่ง คือ รัฐบาลได้ลงมติให้กระทรวงพัฒนาการแห่งชาติร่วมกับกระทรวงเกษตรทำการสำรวจและกำหนดหลักการใช้ประโยชน์ที่ดินสองข้างทางหลวงให้เหมาะสมเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2511 และได้เปลี่ยนแปลงแก้ไขให้เหมาะสมกับการพัฒนาประเทศ เมื่อ 12 ตุลาคม 2514 โดยจัดตั้งคณะกรรมการชุดหนึ่งดำเนินการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่สองข้างทางหลวงในรัศมี 2 กิโลเมตรจากศูนย์กลางถนน โดยมีวัตถุประสงค์คือ

1. สำรวจเพื่อกำหนดนโยบายใช้ที่ดินบริเวณสองข้างทางหลวงให้เป็นไปตามสมรรถนะ
2. เพื่อเร่งรัดให้ราษฎรมีที่ทำกิน และให้มีกรรมสิทธิ์ในที่ดินนั้น ๆ เพื่อประกอบอาชีพเป็นการป้องกันการบุกรุกทำลายทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งยังเป็นการป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ และป้องกันการพังทลายของดินอีกด้วย

จะเห็นว่าเมื่อโครงการนี้สำรวจเสร็จสิ้นและเป็นไปตามแผนแล้ว จะทำให้ราษฎรมีที่ทำกินเป็นหลักแหล่ง รัฐบาลปรับปรุงบำรุงดินให้ดีขึ้น รัฐบาลใช้ทรัพยากรอย่างถูกต้องและเหมาะสม การช่วยเหลือของรัฐบาลทั้งในด้านการพัฒนาที่ดินและการให้บริการสาธารณะต่าง ๆ จะทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น นับเป็นการพัฒนาทั้งในด้านเศรษฐกิจและภาวะสังคม ช่วยให้การกินคืออยู่ดี ปัญหาการบุกรุกทำลายทรัพยากรธรรมชาติก็จะบรรเทาลง

ฉะนั้นเพื่อเป็นการยืนยันข้อเท็จจริงเกี่ยวกับบทบาทและความสำคัญของเส้นทางรถยนต์ที่มีต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาโดยมุ่งตรวจสอบในวงจำกัดด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะพืชไร่บางชนิดเท่านั้น โดยมีแนวความคิดพื้นฐานดังนี้

1. การสร้างเส้นทางใหม่ ๆ เข้าไปในบริเวณที่ยังไม่ได้บุกเบิก จะทำให้มีการขยายบริเวณในการประกอบกิจกรรมทางการเกษตรมากขึ้น
2. มีการแพร่กระจาย ความรู้และวิธีการทางการเกษตรใหม่ ๆ โดยการที่ประชาชนติดต่อกับประชาชน หรือราชการกับประชาชน, จากเมืองสู่ชนบทหรือจากชนบทไปสู่ตัวเมืองก็ตามด้วยความสะดวกรวดเร็ว

3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ทันสมัยได้เข้าไปถึงมือเกษตรกร (เช่นเครื่องจักรกลทั้งขนาดใหญ่ และเล็ก, ปุ๋ย, ยาปราบศัตรูพืช, พันธุ์พืช, แรงงาน และเครื่องมืออุปกรณ์อื่น ๆ
4. เป็นเส้นทางนำผลผลิตออกสู่ตลาดและโรงงาน หรือขนถ่ายไปสู่บริเวณใกล้เคียงได้สะดวกรวดเร็วและเป็นปริมาณมาก ทำให้เกษตรกรเห็นผลตอบแทนรวดเร็วเป็นกำลังใจในการประกอบการ เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อค้นหาความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ อันประกอบด้วยดัชนี อัลฟา, แกมมา, เบตา และ มิว ของแต่ละจังหวัดในบริเวณที่ศึกษาว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร
2. เพื่อค้นหาค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ที่สำคัญของแต่ละจังหวัดในบริเวณที่ศึกษาว่ามีค่ามากน้อยเพียงไร
3. เพื่อต้องการทราบว่าความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ จะมีส่วนสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่หรือไม่

ความสำคัญของการศึกษา

1. ผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นการตรวจสอบว่า ปัจจัยทางวัฒนธรรม (cultural factor) ที่มนุษย์สร้างขึ้น คือเส้นทางรถยนต์จะมีผลส่งเสริมลักษณะการเกษตรกรรมในประเทศกำลังพัฒนาหรือประเทศเกษตรกรรมมากน้อยเพียงไร
2. ผลการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลสนับสนุนการศึกษาในลักษณะเดียวกันของภูมิภาคส่วนอื่น ๆ ต่อไป
3. การศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้เกี่ยวข้องในด้านวางแผนหรือพัฒนาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการสร้างเส้นทางคมนาคมและพัฒนากิจการเกษตรกรรม

สมมุติฐานในการ ศึกษา

1. ค่าดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ (ITS) และค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ในแต่ละจังหวัด ในช่วงที่มีเส้นทางรถยนต์แล้ว น่าจะมีค่ามากกว่าในช่วงเวลาก่อน
2. ถ้าถือว่าปัจจัยที่จำเป็นต่อประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่อย่างอื่นคงที่ จังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มากน่าจะมีค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ มากกว่าจังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์น้อย
 - 2.1 จังหวัดที่มีค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มาก น่าจะมีค่าดัชนีอัลฟา เบตา มิว และ แกมมา มากกว่า

ขอบเขตของการ ศึกษา

1. บริเวณที่ทำการศึกษาคือ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยทั้งหมด รวม 16 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด กาฬสินธุ์, ขอนแก่น, ชัยภูมิ, นครพนม, นครราชสีมา, บุรีรัมย์, มหาสารคาม, ยโสธร, ร้อยเอ็ด, เลย, ศรีสะเกษ, สกลนคร, สุรินทร์, หนองคาย, อุดรธานี, อุบลราชธานี
2. ชนิดของพืชไร่ที่ทำการศึกษา ได้เลือกพืชสำคัญซึ่งถือเป็นตัวแทนของพืชไร่ทั้งหมดในแต่ละจังหวัดเพื่อทำการ ศึกษา 7 ชนิด คือ ข้าวโพด, แตงโม, ถั่วลิสง, ปอแก้ว, ถั่ว, มันสำปะหลัง, และยาสูบ

----- បេតាចាំឆាច
----- បេតាចំបង្កាច
----- បេតាចាត

เกณฑ์ในการ เลือกบริ เวณที่ศึกษา

1. ถือเป็นตัวแทนส่วนหนึ่งของประเทศได้
2. เนื้อที่ตลอดทั้งทาง การเกษตร เมื่อยกเว้นที่นาแล้วจะเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ มาก
3. ประชากร ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม
4. ปัจจัยทางกายภาพโดยทั่วไปคล้ายคลึงกัน
5. กิจกรรมทางเศรษฐกิจใช้เส้นทางรถยนต์เป็นส่วนใหญ่

เกณฑ์ในการ เลือกพืชไร่

1. เป็นพืชที่ทำการ เพาะปลูกในทุกจังหวัด และมีพื้นที่ในการ เพาะปลูกมากในจังหวัดนี้ๆ
2. เป็นพืชที่ของอาศัยการ ส่งเสริมประสิทธิภาพจากอื่น ๆ มากนอกเหนือจากทางคาน ายภาพ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เส้นทางรถยนต์ :
คือถนนรถยนต์ที่เป็นทางหลวงแผ่นดิน, ทางหลวงจังหวัด, ทางหลวงชนบท
ที่มีพื้นผิวแข็ง รถยนต์สามารถแล่นได้ตลอดเวลา
2. ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ :
คือปริมาณความเป็นโครงตาข่าย (network structure) ของเส้นทางรถยนต์
ที่พิจารณาจาก คัทชี, อัลฟา, เบตา, มิว และแกมมา เป็นดัชนีรวม ATS
3. โครงตาข่าย :
คือระบบการ เชื่อมสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่เป็นจุดหรือตำแหน่งในการ ศึกษาถือเอา
ชุมชนระดับอำเภอ กับส่วนที่เป็นเส้นคือ เส้นทางรถยนต์ การ เชื่อมสัมพันธ์โดยเส้นทางระหว่าง
อำเภอภายในจังหวัดหนึ่ง ๆ ถือเป็นโครงตาข่ายระบบหนึ่ง

4. พิธี :

คือพืชที่กรมกสิกรรมได้จำแนกประเภทไว้เป็นประเภทพืชไร่มีประมาณ 26 ชนิด
 (ข้าวโพด ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วฝักยาว ปอแก้ว ปอกระเจา บ่านรามิ ข้าวฟ่าง
 งา ยาสูบ กระจัง มันสำปะหลัง มันเทศ มันแกว มันฝรั่ง อ้อย สับปะรด แตงโม
 แดงไทย กลวยหอม กลวยน้ำว่า กลวยไข่ เผือก พักทอง พักเชียว) ในการศึกษารัชนี
 เลือกพืชสำคัญเพื่อเป็นตัวแทน 7 ชนิด

5. ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ :

คือความสามารถที่จะมีผลผลิตต่อไร่ ผลผลิตรวม และพื้นที่ในการผลิตสูง ผลรวมจากการคำนวณพื้นที่ทั้ง 7 ชนิด เป็นประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ของแต่ละจังหวัด.



ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวความคิดเพื่อศึกษาความเป็นโครงตาข่าย (Network structure) เป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีการศึกษากันมากในหมู่นักคณิตศาสตร์ และวิศวกรที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับเส้นทาง, ระบบการจราจร, และระบบวงจรไฟฟ้า

แทฟฟ์ (Taaffe) ได้แสดงความคิดเห็นว่า เป็นการยากอย่างมากที่จะอธิบายและสังเคราะห์คุณสมบัติของความเป็นโครงตาข่าย ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องผสมผสานอย่างลึกซึ้งอยู่ในตัวเองให้ดูง่ายลง แต่สามารถศึกษาเพื่อความเข้าใจในบางลักษณะได้ โดยนำเอาทฤษฎีของกราฟมาใช้วิเคราะห์ เพราะทฤษฎีของกราฟเป็นโครงร่างที่เป็นนามธรรม ซึ่งเกิดจากแนวความคิดอันประกอบด้วยจุด และเส้นมาสัมพันธ์กัน

ดังนั้นถ้าระบบโครงสร้างใดที่เป็นแนวความคิดในเรื่องของจุด [set of points, (vertices)] มีการเชื่อมสัมพันธ์ โดยส่วนที่เป็นเส้น [set of line segments, (edges)] ทฤษฎีของกราฟจะช่วย วัด, แบ่ง, คุณสมบัติของโครงสร้างนั้นได้ และจากแนวความคิดนี้ สามารถนำมาใช้กับลักษณะที่เป็นจริงเกี่ยวกับระบบโครงตาข่ายของเส้นทางคมนาคมได้ โดยใช้จุดศูนย์กลางหรือศูนย์รวม (Nodes) เป็นตัวแทนในเรื่องของ "จุด" และใช้เส้นทาง (linkages) เป็นตัวแทนส่วนที่เป็น "เส้น"

เมื่อมีการเชื่อมสัมพันธ์ (connectivity) เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มของจุด (points, vertices, nodes) กับกลุ่มของเส้น (lines, edges, linkages, arcs, routes) ปัญหาที่น่าสนใจอันดับแรกคือ ปริมาณการเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของจุดและเส้นเหล่านั้นเป็นอย่างไร ? แทฟฟ์ได้ให้คำตอบในขณะเดียวกันว่า "ยอมแล้วแต่คุณสมบัติทางโครงสร้างอันสำคัญที่สุดของโครงตาข่ายแต่ละระบบ" และยังให้ข้อเสนอนี้ว่า แม้จะวัดปริมาณของการเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างศูนย์กลางต่าง ๆ ได้ก็ตาม ความเป็นโครงตาข่ายของเส้นทางคมนาคมจะมีความหมายมากที่สุดก็ต่อเมื่อศึกษาในลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังต่อไปนี้-

1. เมื่อเกิดการ เปรียบเทียบกับ โครงตาข่ายระบบอื่น ๆ

2. ศึกษาการ ขยายตัวของ โครงตาข่ายนั้น ๆ

ขณะที่เส้นทางคมนาคมขยายตัวหรือเพิ่มปริมาณมากขึ้นระหว่างศูนย์กลางต่าง ๆ สิ่งที่มีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นโดยตรง คือความต้องการความสะดวกสบายในการขนส่งวัสดุ, สินค้า, และประชาชน ดังนั้นปริมาณการ เชื่อมสัมพันธ์ของเส้นทางคมนาคมจะเป็นดัชนีชี้ให้เห็นอันดับของ ความซับซ้อนอย่างกว้างขวางที่ปรากฏอยู่ในภูมิภาคของระบบ โครงตาข่ายนั้น ๆ (Taaffe, E.J. and Gauthier, H.L., 1973, pp 100 - 101)

ทฤษฎีว่าด้วยจำนวนน้อยที่สุดและมากที่สุดของเส้นทางในระบบ โครงตาข่าย

จำนวนน้อยที่สุดของเส้นทาง (e_{min})

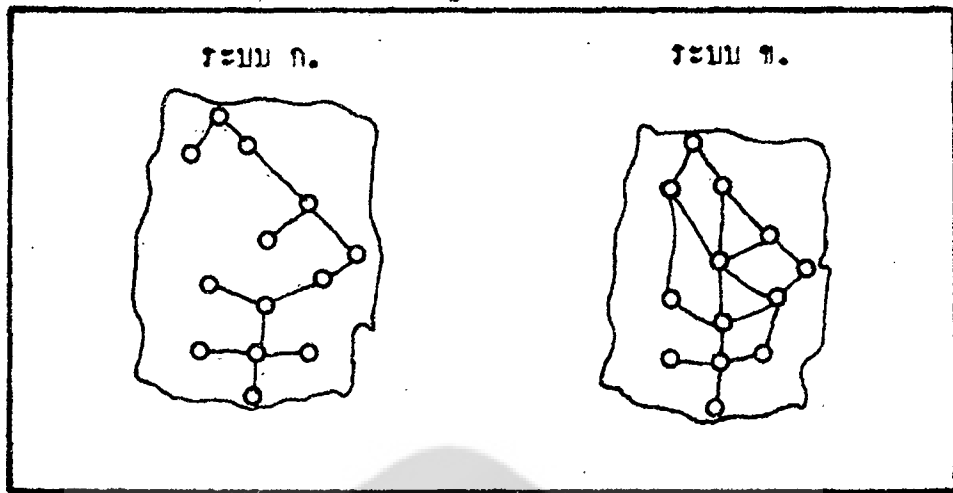
จากรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็น โครงตาข่ายการ เชื่อมสัมพันธ์ของระบบ ก. และ ข. แต่ละระบบมีศูนย์กลาง 13 ศูนย์กลาง แต่ละศูนย์กลางของแต่ละระบบมีการ เชื่อมสัมพันธ์กับ ศูนย์กลางอื่น ๆ อย่างน้อย 1 ศูนย์กลาง และเพราะว่าไม่มีศูนย์กลางใดแยกเป็นอิสระออกจาก ระบบการ เชื่อมสัมพันธ์ของ โครงตาข่าย จึงให้คำจำกัดความของ โครงตาข่ายทั้ง 2 ระบบได้ว่าเป็น "กราฟเชื่อมสัมพันธ์" (connected graphs)

ในโครงตาข่ายระบบ ก. มี 12 เส้นทาง และ 13 ศูนย์กลางเชื่อมสัมพันธ์กันมีเพียง 1 เส้นทางเท่านั้นที่เชื่อมอยู่ระหว่าง 2 ศูนย์กลาง โครงตาข่ายนี้คือโครงตาข่ายที่มีค่าเชื่อมสัมพันธ์น้อยที่สุด (minimally connected) ลักษณะสำคัญคือจำนวนเส้นทางจะมีน้อยกว่า จำนวนศูนย์กลางเท่ากับ 1 เสมอ จึงสามารถเขียนเป็นสมการได้

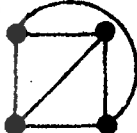
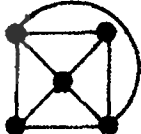
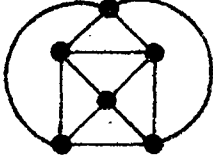
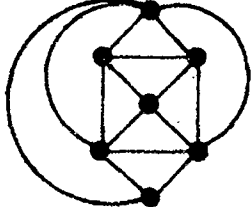
$$e_{min} = (v - 1) = (13 - 1) = 12$$

$$v = \text{จำนวนศูนย์กลาง}$$

$$e = \text{จำนวนเส้นทาง}$$



รูปที่ 2.2

จำนวนศูนย์กลาง	จำนวนสูงสุด ของเส้นทาง	ระบบโครงข่าย แบบทูลานาร์กราฟ
3	3	
4	6	
5	9	
6	12	
7	15	

ลักษณะสำคัญที่นำสังเกตอีกอย่างหนึ่งของโครงตาข่ายแบบนี้คือ การเกิดเส้นทางแต่ละเส้นจะแบ่งโครงตาข่ายออกเป็น 2 ส่วนโดยไม่ติดต่อกัน

ในโครงตาข่ายระบบ ข. มี 18 เส้นทาง และ 13 ศูนย์กลาง จำนวนมากที่สุดของศูนย์กลางมีการเชื่อมสัมพันธ์กับศูนย์กลางอื่น ๆ มากกว่า 1 ศูนย์กลาง มีโครงสร้างซับซ้อนกว่าระบบ ก. ค่าเชื่อมสัมพันธ์ย่อมมีค่ามากกว่า ระหว่างศูนย์กลางคู่หนึ่งส่วนมากจะปรากฏเส้นทางมากกว่า 2 เส้นทาง ลักษณะสำคัญของโครงตาข่ายแบบนี้คือ การเพิ่มขึ้นของเส้นทาง 1 เส้น จะก่อให้เกิดโครงตาข่ายเป็นวงจร

จำนวนมากที่สุดของเส้นทาง ($e_{\max}$)

จำนวนมากที่สุดของเส้นทางในระบบโครงตาข่ายสามารถคำนวณได้จากจำนวนศูนย์กลางที่มีอยู่ในแต่ละระบบ สมมติว่าโครงตาข่ายเป็นนามธรรมและเป็นพลาเนาร์กราฟ (planar graph) รูปที่ 2.2 จะเห็นว่าจำนวนมากที่สุดของเส้นทางในแต่ละระบบ จะเพิ่มขึ้นระบบละ 3 ในขณะที่จำนวนศูนย์กลางเพิ่มขึ้นระบบละ 1 ลักษณะการเพิ่มขึ้นจะเป็นจริงต่อเมื่อโครงตาข่ายนั้นเป็นพลาเนาร์กราฟเท่านั้น และจำนวนศูนย์กลางในแต่ละระบบจะต้องมีมากกว่า 2 ศูนย์กลาง สามารถเขียนเป็นสมการได้ (Ibid, pp 102 - 103)

$$e_{\max} = 3(v - 2)$$

การวัดค่าความเชื่อมสัมพันธ์

ดัชนีที่ใช้กันมากในการวัดค่าลักษณะความเชื่อมสัมพันธ์โดยทั่ว ๆ ไปมี 2 ดัชนีคือ

1) ดัชนีแกมมา (The gamma index) เป็นอัตราส่วนง่าย ๆ ระหว่างจำนวนของเส้นทางที่มีอยู่จริงในโครงตาข่ายแต่ละระบบ กับจำนวนของเส้นทางที่สามารถมีได้มากที่สุดในโครงตาข่ายนั้น ๆ ซึ่งเขียนเป็นอัตราส่วนได้

$$\gamma = \frac{\text{จำนวนเส้นทางที่มีอยู่จริง}}{\text{จำนวนเส้นทางที่สามารถมีได้มากที่สุด}}$$

$$\gamma = \frac{e}{e_{\max}}$$

$$\gamma = \frac{e}{3(v-2)}$$

ความเชื่อมสัมพันธ์ทั่วโดยดัชนีเกมมามีค่าเป็นช่วง แปรจากระบบศูนย์กลางที่ไม่มีเส้นทางเชื่อมไปจนถึงจุดสูงสุด ที่ศูนย์กลางทุกศูนย์กลางมีเส้นทางเชื่อมกับศูนย์กลางอื่น ๆ ทุกศูนย์กลาง ดังนั้นดัชนีเกมมามีค่าระหว่าง 0 กับ 1

จากตัวอย่างในรูป 2.1

ระบบ ก. $\frac{e}{3(v-2)} = \frac{12}{33} = .36$ หรือ 36%

ระบบ ข $\frac{e}{3(v-2)} = \frac{18}{33} = .55$ หรือ 55%

2) ดัชนีอัลฟา (The alpha index) จากความหมายของโครงตาข่ายที่มีความเชื่อมสัมพันธ์น้อยที่สุด คือ จำนวนเส้นทางจะมีน้อยกว่าจำนวนศูนย์กลางเท่ากับ 1 เสมอ และถ้ามีเส้นทางเพิ่มขึ้น แต่ละเส้นทางจะแบ่งโครงตาข่ายออกเป็น 2 ส่วนแยกจากกัน เมื่อเพิ่มเส้นทางเข้าไปในระบบโครงตาข่ายเดิมจะทำให้เกิดวงจร (Circuitry) ขึ้น วงจรคือส่วนที่ถูกจำกัดหรือถูกปิดโดยศูนย์กลางและเส้นทางที่เชื่อมสัมพันธ์กัน ในทางปฏิบัติวงจรหมายถึงเส้นทางที่มีให้เลือกกระหว่างศูนย์กลางในโครงตาข่ายจำนวนของเส้นทางที่มีให้เลือก ขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นทางที่บวกเข้ากับโครงตาข่ายเดิมที่มีค่าเชื่อมสัมพันธ์น้อยที่สุด

ดังนั้นเมื่อวงจรปรากฏขึ้นในโครงตาข่าย จำนวนของเส้นทางจะมากกว่า $(v-1)$

นั่นก็คือ

$$e > v - 1$$

และจำนวนวงจรในโครงตาข่ายสามารถหาได้จากการ เอาจำนวนเส้นทางในโครงตาข่าย ที่มีค่าความเชื่อมสัมพันธ์น้อยที่สุด ลบออกจากจำนวนเส้นทางที่มีอยู่จริงในโครงตาข่ายนั้น

$$e - (v - 1) = e - v + 1$$

ดังนั้นจำนวนวงจรมากที่สุดในโครงตาข่ายจึงหาได้จาก $3(v - 2) - (v - 1) = 2v - 5$

ดัชนีอัลฟาจึงเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนวงจรที่มีอยู่จริง กับจำนวนวงจรที่สามารถมีได้ สูงสุดในโครงตาข่ายระบบหนึ่ง ๆ เขียนเป็นสมการได้

$$\alpha = \frac{\text{วงจรที่มีอยู่จริง}}{\text{วงจรที่สามารถมีได้สูงสุด}}$$

$$\alpha = \frac{e - v + 1}{2v - 5}$$

ค่าน้อยที่สุดและมากที่สุดของดัชนีอัลฟาจะอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เช่นกัน จากตัวอย่างรูปที่ 2.1

$$\text{ระบบ ก.} \quad \alpha = \frac{e - v + 1}{2v - 5} = \frac{0}{21} = 0$$

$$\text{ระบบ ข.} \quad \alpha = \frac{e - v + 1}{2v - 5} = \frac{6}{21} = .29 \text{ หรือ } 29\%$$

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็น โครงตาข่ายแบบพลาเนาร์กราฟ แต่ถ้าไม่ใช่พลาเนาร์กราฟ (nonplanar graph) แพ้ฟ ได้เสนอสมการหาค่าไว้ดังนี้

$$\gamma = \frac{e}{v(v - 1)}$$

$$\alpha = \frac{e - v + 1}{v(v - 1) - (v - 1)}$$

นอกจากดัชนี แกมมาและอัลฟาที่นิยมใช้กันเป็นพื้นฐาน ยังมีวิธีการอื่นที่นำมาใช้กันมากคือ

แฮกเกท (Haggett) และ ชอร์เลย์ (Chorley) ได้นำดัชนีวัฏ หรือจำนวนไซโครเมติก (Cyclomatic number) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\mu = e - v + p$$

p = จำนวนระบบโครงตาข่ายย่อยที่ไม่เชื่อมสัมพันธ์กัน

(Haggett, P, and Chorley, R.J., 1969, p.32)

แคนสกี (Kansky) ได้นำดัชนีเบตา มาใช้ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\beta = \frac{e}{v}$$

(Kansky, K.J., 1963, p 18)

การริสัน (Garrison) นำการวัดไดอะมิเตอร์ (Diameter) มาใช้ ซึ่งเป็นลักษณะเส้นทางที่ลากผ่านกึ่งกลางของระบบโครงตาข่าย โดยผ่านศูนย์กลางที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของระบบ นับได้จากจำนวนน้อยที่สุดของเส้นทางที่เชื่อมระหว่างศูนย์กลางนอกสุดโดยรอบกับศูนย์กลางที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง ส่วนมากจะเป็นเส้นทางหลัก (Garrison, W.L., 1960, pp 121 - 37) นอกจากนี้ โคล (Cole) และคิง (King) ได้เสนอสูตรคำนวณค่าดัชนีอัลฟาสำหรับโครงตาข่ายที่ไม่ใช่พลาเนียร์กราฟไว้ดังนี้

$$\alpha = \frac{a - n + p}{\frac{n(n-1)}{2} - (n-1)}$$

a = เส้นทาง, n = ศูนย์กลาง, p = โครงตาข่ายย่อย

(Cole, J.P. and King, C.A.M., 1968, pp 558 - 59)

เพราะว่าดัชนีตามทฤษฎีของกราฟดังกล่าวมาทั้งหมด วัดได้แต่คุณสมบัติที่มีรูปร่างทรวดทรง (topological) ที่เป็นระบบ ดังนั้นแคนสกีได้เสนอดัชนีอีตา (eta index) ในการวัดค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นทางในโครงตาข่าย โดยหาได้จากอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นทางทั้งหมดกับจำนวนเส้นทางที่อยู่ในระบบ (Kansky, K. J, 1963 p18)

เส้นทางทั้งหมดกับจำนวนเส้นทางที่มีอยู่ในระบบ (Kansky, K.J., 1963, p 18)

เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องการเกษตรกรรม นักภูมิศาสตร์และนักเศรษฐกิจมีความสนใจและพยายามหาวิธีการศึกษาประสิทธิภาพทางการเกษตรในส่วนต่าง ๆ ของโลกตลอดมา ความพยายามที่จะศึกษาหาความแปรเปลี่ยนที่พึงมีอยู่ในรูปของประสิทธิภาพทางการเกษตร จะเป็นประโยชน์ต่อพื้นที่ต่าง ๆ ที่ไม่อุดมสมบูรณ์หรือไม่มีความสามารถในการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เกษตรอื่น ๆ ความจำเป็นที่ต้องศึกษามีมากสำหรับประเทศกึ่งพัฒนาที่มีเนื้อที่จำกัด และยังมีปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มของประชากร

มีผู้พยายามศึกษาหาวิธีวัดค่าประสิทธิภาพทางการเกษตรมากมายด้วยกัน บัค (Buck) ได้ทำการศึกษาวិถีวิธีวัดค่าประสิทธิภาพทางการเกษตรแบบยังชีพ (subsistence - farming) ในประเทศจีน โดยใช้วิธีวัดค่าประสิทธิภาพทางการเกษตรที่เรียกว่า "Grain Equivalents" โดยที่เขาถือว่า จำนวนผลผลิตที่แสดงออกมาในรูปของเงินตราแล้วไม่มีความหมาย วิธีที่เขาเสนอคือการเปรียบเทียบค่าต่อหน่วยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ของธัญพืชที่มีการบริโภคและซื้อขายโดยทั่ว ๆ ไป มากที่สุดในท้องถิ่นเป็นหลัก ปรากฏผลว่า มันฝรั่งและพืชหัวอื่น ๆ มีค่าเท่ากับร้อยละ 15 ของธัญพืช ถั่วฝักยาวและพืชน้ำมันมีค่าเท่ากับ 1.16 กิโลกรัมของธัญพืชที่นิยมกันในท้องถิ่น, (Buck, J.L., 1956, p 280) การศึกษาในทำนองเดียวกันโดยไวส์ (Vries) ได้นำพืชอื่น ๆ มาเปรียบเทียบกับข้าวเจ้า (rice equivalents) โดยถือเกณฑ์ตามราคาของตลาด คลาร์ก (Clark) และ ฮัสเวลล์ (Haswell) นำอัตราส่วนข้าวสาลีต่อบุคคลมาเปรียบเทียบ (wheat equivalent per person) (Clark, G. and Haswell, M., 1964, pp 51 - 52)

นอกจากนี้ยังมีวิธีการวัดประสิทธิภาพทางการเกษตร โดยพิจารณาอัตราส่วนของผลผลิตต่อเนื้อที่ (Output Per Unit Area) เคนเดิล (Kendall) ได้เสนอวิธีการนี้ โดยทำการศึกษาค่าผลผลิตต่อเอเคอร์ ของพืชขึ้นน้ำ 10 ชนิด ใน 48 เขตของประเทศอังกฤษ เขานำเอาพืชแต่ละชนิดมาจัดอันดับตามผลผลิตต่อเอเคอร์ ผลผลิตรวมของแต่ละเขตหารด้วยจำนวนชนิดของพืชผลที่ออกมาเป็นค่าอันดับเฉลี่ย ซึ่งเรียกว่า "อันดับของประสิทธิภาพรวม" (Ranking Coefficient) (Kendall, M.G., 1939, pp 21 - 48) จากวิธีการของเคนเดิล แสดงมี

(Stamp) ใ้ให้นำมาศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพรวม ทางการเกษตรใน 20 ประเทศ เลือกรูปภาพการศึกษา 9 ชนิด (Stamp, L.D., 1960, pp 108 - 9)

โดยวิธีจัดอันดับและยึดถือผลผลิตต่อเนื้อที่เป็นหลักดังกล่าวยังมีข้อบกพร่องและจุดอ่อนอีกหลายประการ ที่ไม่ให้นำเอาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพทางการเกษตรอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องกับควย เช่น ขนาดของพื้นที่, วิธีการเพาะปลูก ฯลฯ แกงกุลี (Ganguli) ทำการศึกษาพืชที่ปลูกในลุ่มน้ำคงคา ควยวิธีคำนวณประสิทธิภาพทางการเกษตร โดยเอาเนื้อที่การเพาะปลูกมาเกี่ยวข้องกับควย เขาเอารอยละของผลผลิตต่อเอเคอร์ ของพืชแต่ละชนิดในแต่ละเขตคูณควยรอยละของพื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดในแต่ละเขต หาร ควย 100 ผลที่ออกมาจะเป็นดัชนี บอกรประสิทธิภาพในการผลิตของพืชแต่ละชนิดในแต่ละเขต และผลเฉลี่ยของดัชนีเหล่านี้จะเป็นดัชนีบอกรประสิทธิภาพในการผลิตของพื้นที่ทั้งหมด การศึกษาของแกงกุลีครั้งนั้นมีข้อสงสัยอยู่ว่า 100 ที่เอาไปหารมาจากอะไร ซึ่งเขาไม่ได้อธิบายไว้และในการศึกษาของเขา ไม่ได้เสนอดัชนีเฉลี่ยของแต่ละเขตเพื่อเป็นดัชนีของพื้นที่ทั้งหมดแต่อย่างใด (Ganguli, B.N., 1938, pp 93 - 4)

วิธีการหาค่าประสิทธิภาพทางการเกษตรอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งมีข้อบกพร่องน้อยกว่าทุกวิธีที่กล่าวมาแล้ว เสนอโดย บาเทีย (Bhatia) โดยคำนวณค่าได้จากสูตรต่อไปนี้

$$(I) \quad Iya = \frac{Yc}{Yr} \times 100$$

$$Iya = \text{ดัชนีผลผลิตของพืช } a$$

$$Yc = \text{ผลผลิต/เอเคอร์ ของพืช } a \text{ ในแต่ละเขต}$$

$$Yr = \text{ผลผลิต/เอเคอร์ ของพืช } a \text{ ในพื้นที่ทั้งหมด}$$

$$(II) \quad Ei = \frac{Iya.Ca + Iyb.Cb + \dots \dots \dots Iyn.Cn}{Ca + Cb + \dots \dots \dots Cn}$$

$$Ei = \text{ดัชนีประสิทธิภาพของการผลิต}$$

$$Iya, Iyb, \dots \dots Iyn = \text{ดัชนีผลผลิตของพืชชนิดต่าง ๆ จาก } a \dots \dots n$$

$$Ca, Cb, \dots \dots Cn = \text{รอยละของพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ จาก } a \dots \dots n$$

การที่เขาใช้ผลผลิตต่อเนื่องที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ เพราะเขาคิดว่าปัจจัยทางกายภาพทั้งหมดรวมทั้งปัจจัยด้านมนุษย์ มีความเกี่ยวข้องกับผลผลิตของพืชชนิดต่าง ๆ และที่นำเอาพื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดมาเป็นองค์ประกอบด้วย เพราะว่า การแบ่งพื้นที่ในการเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ นั้นสะท้อนให้เห็นปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดิน ดังนั้นประสิทธิภาพในการผลิต จึงควรประกอบด้วยผลผลิตต่อเนื่องของพืชชนิดต่าง ๆ รวมกับเนื้อที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดนั้น (Bhatia, Shyam S., 1967, pp 245 - 59)

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นความพยายามของนักภูมิศาสตร์ เพื่อหาวิธีการวัดตัวแปรต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ระบบสัมพันธ์ที่อยู่ในขอบข่ายของวิชาภูมิศาสตร์ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางคมนาคมเป็นส่วนหนึ่งที่นักภูมิศาสตร์สนใจ ผลที่ได้เห็นได้ชัดก็คือ บทบาทของเส้นทางคมนาคมกับกิจกรรมต่าง ๆ ในภูมิภาคทั่วไป

ได้มีการศึกษากระบวนการพัฒนาเส้นทางคมนาคมในประเทศโดยพัฒนาโดยแท็พและคณะ ซึ่งทำการศึกษาในประเทศ กานา, ไนจีเรีย และในประเทศอื่น ๆ บางแห่ง จากการศึกษาเขาได้สรุปผลเป็นแนวความคิดสำหรับเป็นแบบ (model) ในการศึกษาการพัฒนาเส้นทางคมนาคมในประเทศอื่น ๆ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.3

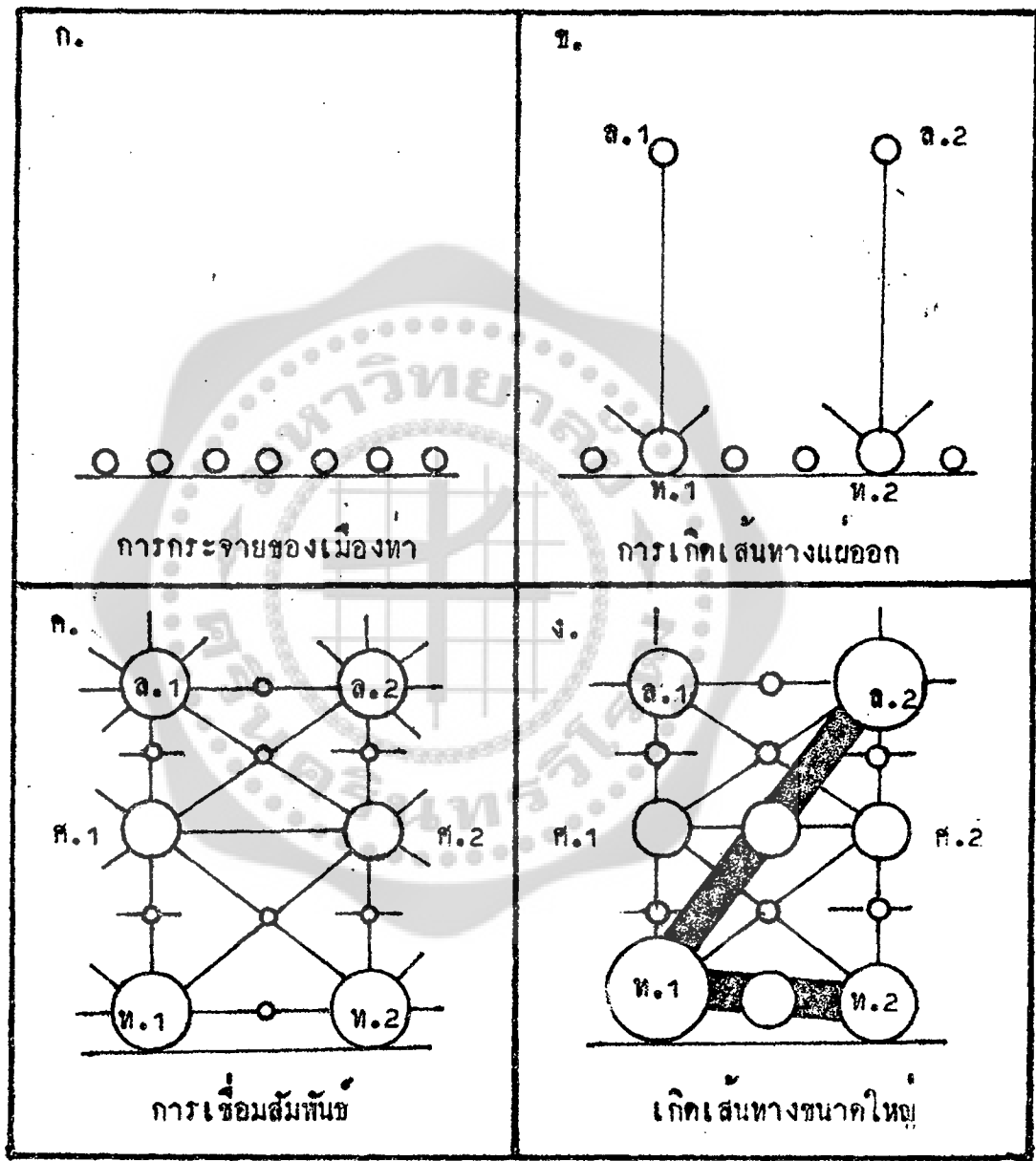
ก. ขั้นการกระจายของเมืองท่า (Scattered ports)

มีลักษณะการกระจายของเมืองท่า (ports) และเมืองที่เป็นศูนย์กลางการค้า (trading centers) ไปตามชายฝั่ง ไม่ค่อยมีบริเวณหลังเมืองท่า (hinterland) มีการเชื่อมสัมพันธ์โดยเส้นทางระหว่างเมืองท่าบ้าง โดยไม่มีการเชื่อมสัมพันธ์กับบริเวณหลังเมืองท่าแต่อย่างใด มีการผลิตเพียงเล็กน้อยบริเวณรอบ ๆ เมืองท่า ซึ่งส่วนมากเป็นการเพาะปลูกแบบยังชีพ

ข. ขั้นการเกิดเส้นทางแผ่ออก (Penetrations line)

มีเส้นทางสำคัญเกิดขึ้นเชื่อมสัมพันธ์กับบริเวณหลังเมืองท่า เริ่มมีตลาดเกิดขึ้นในเมือง และมีบริเวณที่มีลักษณะเป็นกิจกรรมเฉพาะเกิดขึ้น เส้นทางย่อยเริ่มพัฒนา ลักษณะเศรษฐกิจในเมืองท่าเริ่มขยายโดยลักษณะศูนย์กลางเศรษฐกิจจากเมืองบริเวณหลังเมืองท่าและเมืองใกล้เคียงที่เล็กกว่าจนกลายเป็นเมืองใหญ่ ในขณะที่เมืองเล็ก ๆ เหล่านั้นเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย หรือยังไม่มีลักษณะเป็นเมือง

รูปที่ 2.3



ค. ขั้นการเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างกัน (Interconnection)

เป็นขั้นแรกของการเชื่อมสัมพันธ์ของเส้นทาง ศูนย์กลางเล็ก ๆ ได้พัฒนาขึ้นตามเส้นทางหลัก เส้นทางย่อยได้พัฒนาขึ้นตามศูนย์กลางที่อยู่ภายใน เส้นทางใหญ่ ๆ บางสายจะเชื่อมสัมพันธ์กับเมืองที่อยู่บนเส้นทางหลัก ลักษณะเช่นนี้มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ลักษณะบริเวณกิจกรรมเฉพาะ เช่น ตลาดจะขยายเป็นศูนย์กลางของเมือง ผลจากสิ่งเหล่านี้จะทำให้มีการแข่งขันระหว่างเมืองมากขึ้น เมืองที่ประสบความสำเร็จคือเมืองที่มีเส้นทางมาส่งเสริมมากที่สุด เป็นศูนย์กลางของเศรษฐกิจและอื่น ๆ ในขณะที่เมืองโคบายังต้องปรับปรุงเส้นทางคมนาคมต่อไป

ง. ขั้นการเชื่อมสัมพันธ์อันดับแรก (High - Priority linkages)

มีเส้นทางขนาดใหญ่ (trunk lines) เกิดขึ้น ศูนย์กลางหรือเมืองใหญ่ ๆ จะมีการเชื่อมสัมพันธ์อย่างมาก การพัฒนาทำให้เกิดถนนชั้นดี มีการจราจรหนาแน่น มียานพาหนะมากมายหลายชนิด ผลจากการแข่งขันในขั้นที่สามจะมากขึ้น เส้นทางขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นใหม่ช่วยให้เกิดปฏิริยาอย่างมากระหว่างเมืองที่ใหญ่ที่สุด (l_2 กับ h_1 ในรูปที่ 2.3) เส้นทางใหญ่ที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นทางหลักที่มีอยู่เดิม แต่เส้นทางใหม่จะขยายความหนาแน่นของเส้นทางเดิมได้อย่างดี (Taaffe, E.J. and Marrill, R.L., 1963, pp 503 -529)

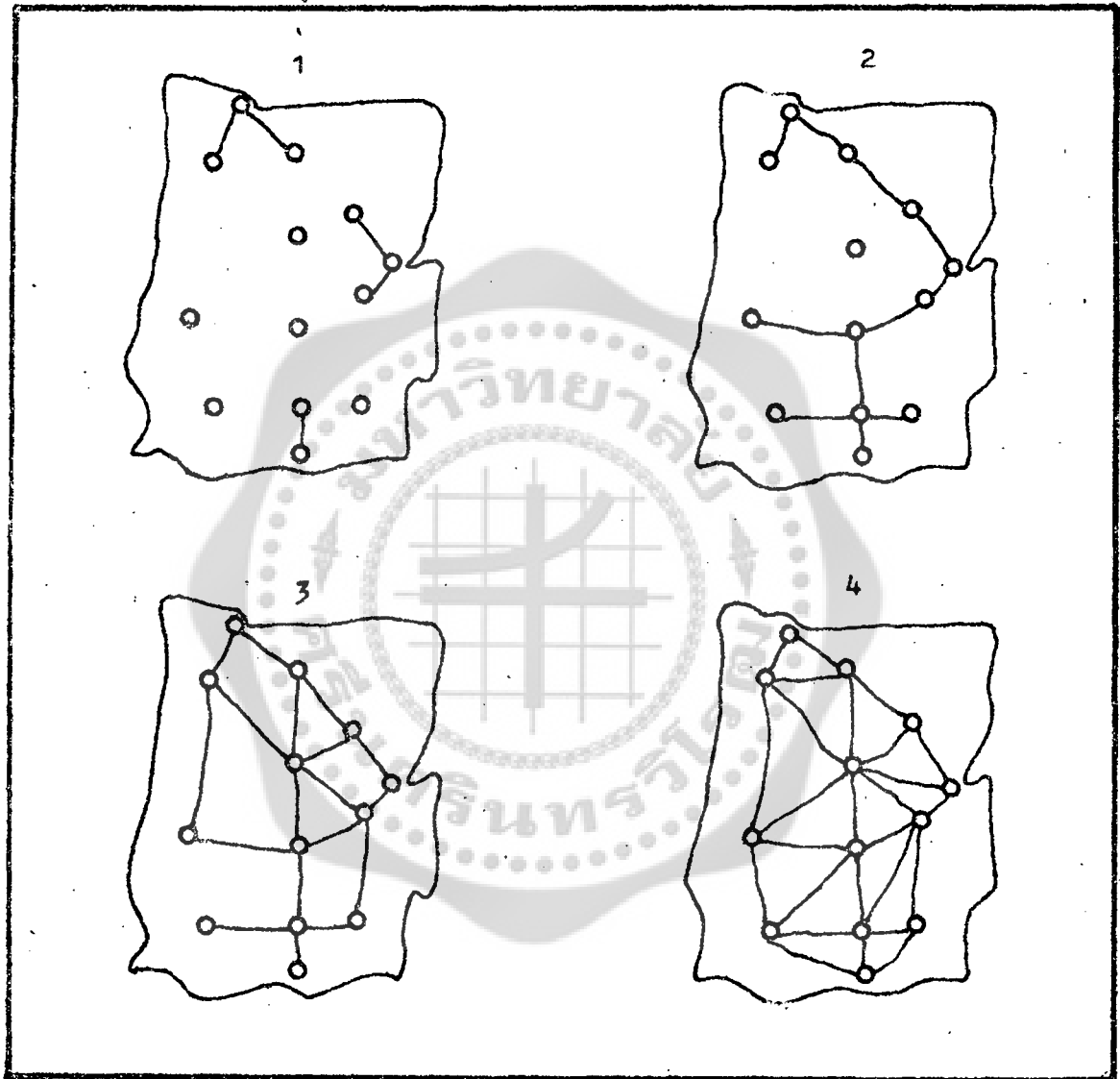
จากแนวความคิดของกระบวนการพัฒนาเส้นทางคมนาคมที่กล่าวมานั้นแสดงขั้นการพัฒนาให้เห็นได้ง่าย พร้อมทั้งแสดงความสัมพันธ์ คำอธิบายและจัดทำให้เห็นชัดเจนดังนี้

รูปที่ 2.4

ขั้นที่ 1 มีเส้นทางจากเมืองท่า 3 เมืองพุ่งตรงไปเชื่อมกับเมืองภายในสองสามเมือง, เส้นทางเหล่านี้ยังไม่เชื่อมสัมพันธ์กัน และยังมีเมืองหรือศูนย์กลางภายในอีกหลายเมืองที่ยังไม่รวมเข้าอยู่ในโครงตาข่าย

ขั้นที่ 2 เมื่อภูมิภาคเจริญพัฒนาขึ้น โครงตาข่ายขยายการเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างเมืองภายในกับเส้นทางที่เกิดขึ้นครั้งแรก

รูปที่ 2.4



ชั้นที่ 3 และ 4 การเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างเมืองจะเพิ่มมากขึ้นเส้นทางย่อย (feeder - line) จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นในโครงตาข่าย

จากรูปที่ 2.4 ดังกล่าว เพราะว่าจำนวนเมืองหรือศูนย์กลางที่มีอยู่คงที่ ขณะเดียวกัน จำนวนเส้นทางได้เพิ่มขึ้นจึงทำให้การเชื่อมสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละชั้น จึงเป็นปัญหาว่า ปริมาณการเชื่อมสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้นคืออะไร ? และสามารถจะเข้าใจโครงสร้างส่วนรวม (spatial structure) ที่เปลี่ยนแปลงในโครงตาข่ายได้อย่างไร ?

ดัชนีแกมมาและอัลฟา สามารถให้คำตอบปัญหาดังกล่าวได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีแกมมากับอัลฟา

โครงตาข่าย	ดัชนีแกมมา	ดัชนีอัลฟา
ชั้นที่ 1	.15	—
ชั้นที่ 2	.36	0
ชั้นที่ 3	.55	.29
ชั้นที่ 4	.79	.67

(Taaffe, E.J., and Gauthier, H.L., 1973, p 107)

แบบโครงร่างของโครงตาข่ายเบื้องต้น 3 ชนิด

ขั้นการพัฒนาของโครงตาข่ายที่กล่าวมาข้างต้น แสดงความสัมพันธ์ของค่าที่เป็นตัวเลขได้ ซึ่งเหมาะสมกับการใช้ดัชนีแกมมาและอัลฟาตรวจสอบมากกว่าที่จะพิจารณาในเรื่องคุณลักษณะพิเศษเฉพาะของโครงตาข่าย พวกวิศวกรได้จัดแบ่งโครงร่าง (configuration) ของโครงตาข่ายไว้เป็น 3 ชนิดคือ

1. แบบสไปนัล (The spinal pattern) เป็นลักษณะของโครงตาข่าย

ที่มีการเชื่อมสัมพันธ์น้อยที่สุด ทุก ๆ จุดหรือศูนย์กลางถูกเชื่อมสัมพันธ์โดยศูนย์กลางอื่นอย่างน้อยที่สุด 1 ศูนย์กลาง การสัญจรไปมาบนเส้นทางมีลักษณะเฉพาะเพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น ดังนั้นจำนวนเส้นทางจะเท่ากับ $(v - 1)$ เสมอ ใช้ค่าแกมมาและอัลฟาได้ดังนี้

$$\gamma = \frac{e}{3(v - 2)} = \frac{v - 1}{3(v - 2)}$$

$$\infty = \frac{(v - 1) - v + 1}{2v - 5} = \frac{0}{2v - 5}$$

2. แบบเดลต้า (The delta pattern) มีลักษณะตรงข้ามกับแบบสไปนัล คือมีเส้นทางเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างศูนย์กลางมาก โดยมีส่วนสัมพันธ์กับจำนวนศูนย์กลางแบบโครงร่างนี้ประมาณได้เท่ากับขั้นของการมีความสัมพันธ์ที่มีค่าสูงในระบบอื่น รูปแบบทางเรขาคณิตเป็นลักษณะเด่นในโครงตาข่ายแบบนี้ ดูรูปที่ 2.5 ในแต่ละหน่วยจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมี 3 ศูนย์กลางทุกครั้งที่เพิ่มศูนย์กลางเข้าไปมากกว่า 3 ศูนย์กลาง จะมีเส้นทางใหม่เพิ่มขึ้น 2 เส้นทางเสมอ ความสัมพันธ์ระหว่างศูนย์กลางและเส้นทางจะเท่ากับ $(2v - 3)$ เสมอ ใช้ค่าแกมมาและอัลฟาได้ดังนี้

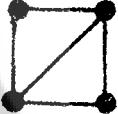
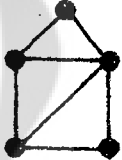
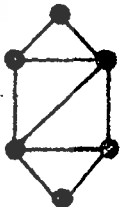
$$\gamma = \frac{e}{3(v - 2)} = \frac{2v - 3}{3(v - 2)}$$

$$\infty = \frac{e - v + 1}{2v - 5} = \frac{(2v - 3) - v + 1}{2v - 5}$$

$$\infty = \frac{v - 2}{2v - 5}$$

3. แบบกริด (The grid pattern) เป็นแบบที่อยู่กึ่งกลางระหว่างแบบสไปนัลกับแบบเดลต้า ซึ่งดัชนีบอกขอบเขตจำกัดของแต่ละแบบจากการคำนวณกำหนดได้ดังนี้

รูปที่ 2.5

จำนวนศูนย์กลาง	จำนวนเส้นทาง	ระบบโครงตาข่าย
3	3	
4	5	
5	7	
6	9	

ค่าเกมมา

แบบสไปนัล	.33	$\leq \gamma \leq$	.50	เมื่อ	$v \geq 4$
แบบกริด	.50	$< \gamma <$	.66	เมื่อ	$v \geq 4$
แบบเคดต้า	.66	$\leq \gamma \leq$	1.0	เมื่อ	$v \geq 3$

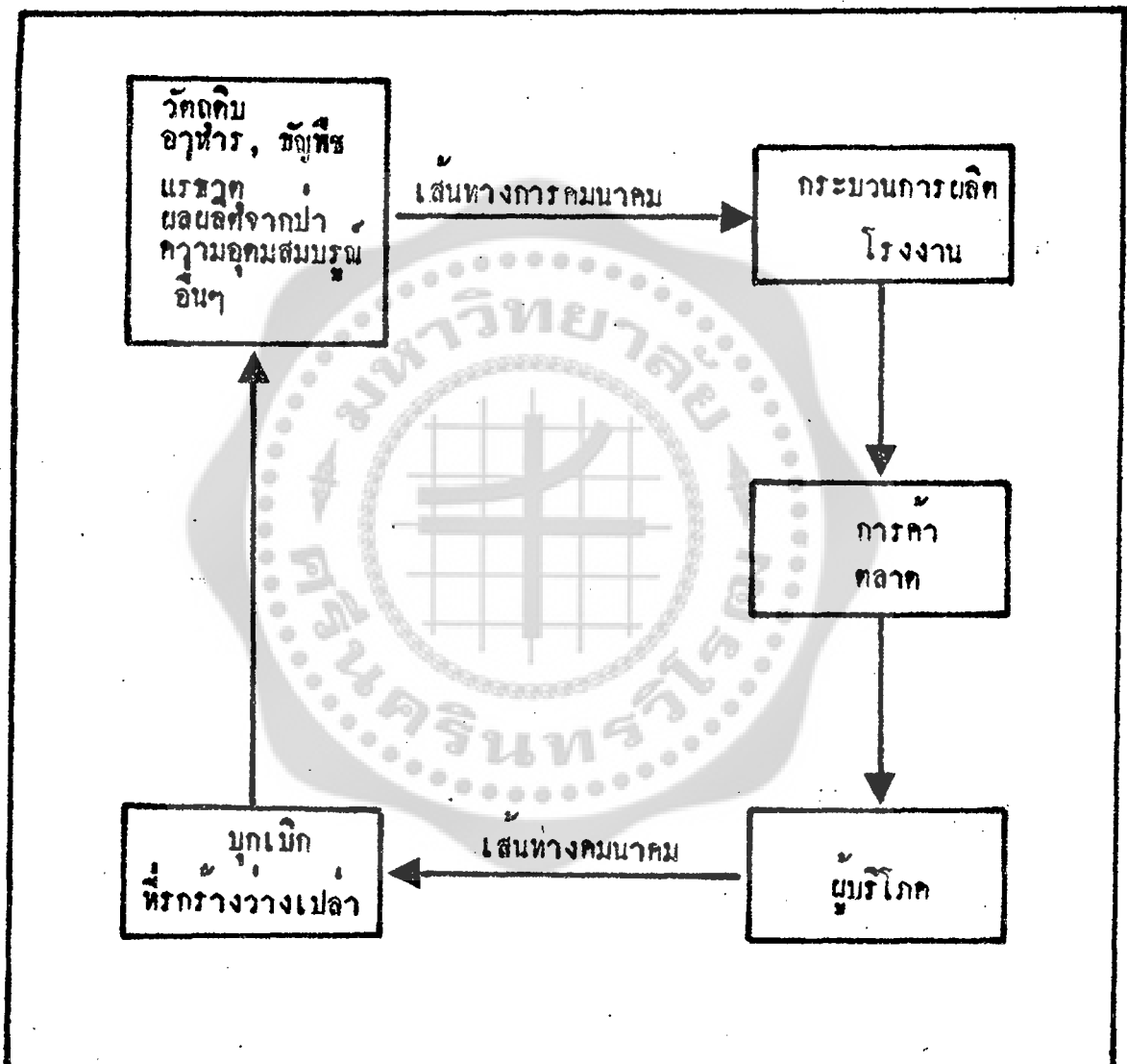
การลัดฟ้า

แบบสไปนัล	$\infty = 0$	เมื่อ	$v = e + 1$
	$0 < \infty < .50$	เมื่อ	$v \geq 3$
	$.50 \leq \infty \leq 1.0$	เมื่อ	$v \geq 3$

(Ibid, p 111)

ความสัมพันธ์ของเส้นทางคมนาคมที่เกี่ยวข้องกับภูมิภาคต่าง ๆ ชารี (Chari) ได้ให้ทัศนะในเรื่องนี้ว่า เส้นทางคมนาคมมีผลกระทบต่อการขนส่งเคลื่อนย้ายวัสดุสิ่งของ และปัจจัยอื่นๆจำเป็นในพื้นที่ต่าง ๆ เปรียบเสมือนกระบวนการจัดการแบบอย่างมีแบบแผน ในการดำรงชีพของต้นไม้ รากเลือกดูดอาหารที่จำเป็นขึ้นมาตามลำต้นและส่งต่อไปยังกิ่งก้านสาขาและใบในที่ส่วนต่าง ๆ ของพืชจะดูดขึ้นมาเป็นอาหารใช้ในการเจริญเติบโตของต้นไม้ซึ่งเป็นเรื่องที่เรารู้จักว่า โดยระบบของธรรมชาติแล้ว มีตัวแบบเป็นวงจรอย่างน่าพิศวง ซึ่งในกระบวนการส่งผ่านอาหารนั้นจะต้องมีเส้นทาง คือ ราก, ลำต้น, กิ่งก้าน, ซึ่งเปรียบเสมือนเส้นทางคมนาคมเป็นตัวเชื่อมสัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ และแม้แต่ในชีวิตจริงของมนุษย์ กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีพมีลักษณะเป็นวงจรเช่นกัน กล่าวคือ วัตถุดิบต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีพ จะถูกคัดเลือกผ่านกระบวนการขนส่งไปยังโรงงาน จากนั้นผ่านการขนส่งไปยังผู้บริโภค ผู้บริโภคบางส่วนมีหน้าที่ในการนำวัตถุดิบส่งโรงงาน หรือสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อป้อนโรงงาน จากกระบวนการเหล่านี้จะเห็นว่าเส้นทางคมนาคมเป็นปัจจัยเชื่อมสัมพันธ์ที่สำคัญที่สุดในการขนส่งผลิตภัณฑ์ให้แก่กิจกรรมต่าง ๆ คูรูปที่ 2.6 (Chari, S.R., 1973, pp 5 - 13)

รูปที่ 2.6



บางคนพยายามศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างของเส้นทางคมนาคมกับระดับ การพัฒนาของประเทศ โดยเอากฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับวัดค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางคมนาคมมาใช้ที่น่าสนใจคือ

เบอร์รี่ (Berry) ได้ศึกษาหาตัวแปรที่เป็นปัจจัยพื้นฐาน และมีส่วนสัมพันธ์ส่งผลต่อ โครงสร้างของเส้นทางคมนาคม เขาได้หาตัวแปรที่เป็นปัจจัยพื้นฐานต่อการพัฒนาประเทศ 43 ตัวแปรใน 95 ประเทศมาวิเคราะห์หากลั่นกรองแล้วสรุปให้เหลือตัวแปรที่เป็นปัจจัยสำคัญจริง ๆ เพียง 2 ปัจจัยเท่านั้นคือ

1. ปัจจัยทางเทคโนโลยี (Technological)

2. ปัจจัยทางประชากร (Demographic)

ปัจจัยทางเทคโนโลยีได้แก่ผลรวมของปริมาณที่วัดได้จากสิ่งต่อไปนี้

ลักษณะความเป็นเมือง (Urbanization)

ความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรม (Industrialization)

การคมนาคมขนส่ง (Transportation)

การค้า (Trade)

รายได้ (Income)

ปัจจัยด้านประชากรคือผลที่วัดได้จากสิ่งต่อไปนี้

อัตราการเกิดและตาย

ความหนาแน่นของประชากร

ความหนาแน่นของประชากรต่อเนื้อที่เพาะปลูก

และสิ่งทั่ว ๆ ไปอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (Berry, Brain; 1960)

การริสัน (Garrison) และมาเบิล (Marble) ได้ทำการศึกษาในเรื่องทำนอง เดียวกัน โดยพยายามหาตัวแปรอิสระเพิ่มเติมจากที่เบอร์รี่เสนอไว้ เขาทั้งสองมีความเห็นว่า ตัวแปรที่มีค่าทางสถิติแปรเปลี่ยนไปส่วนใหญ่จะเป็นคุณลักษณะทางเศรษฐกิจ เช่นผลผลิตรวมของ ชาติ, รายได้ต่อหัว, ผลผลิตของอุตสาหกรรม, ปริมาณมูลค่าการค้ากับต่างประเทศ ฯลฯ แต่เขาทั้งสองมีความเห็นพ้องกันว่า โครงสร้างของโครงข่ายเส้นทางคมนาคมขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ

ทางกายภาพของพื้นที่ด้วย จึงควรเพิ่มตัวแปรอิสระเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพอีก 3 ลักษณะคือ ขนาด (Size), รูปร่าง (Shape) และความต่างระดับของพื้นที่ (relief)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ตัวแปรอิสระ 5 ตัว คือ ระดับของเทคโนโลยี ประชากร, รูปร่าง, ขนาด, และความต่างระดับของพื้นที่ กับตัวแปรตามซึ่งเป็นคุณลักษณะของเส้นทางคมนาคมอีก 8 คำนี ผลการศึกษาปรากฏตามตารางที่ 2.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

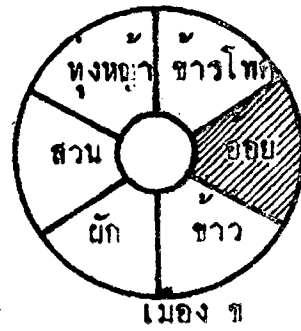
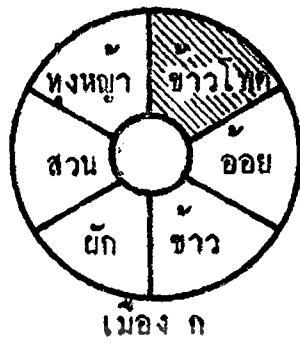
ตัวแปรตาม \ ตัวแปรอิสระ	เทคโนโลยี	ประชากร	ขนาด	รูปร่าง	ระดับ
ศูนย์กลาง	.73	.73	.76	.77	.77
เส้นทาง	.73	.73	.75	.76	.77
อัลฟา	.42	.44	.46	.54	.57
แกมมา	.37	.40	.41	.52	.56
มิว	.54	.56	.59	.62	.62
ไคอะมิเตอร์	.62	.62	.67	.75	.80
อีตา (รถยนต์)	.45	.46	.66	.67	.67
อีตา (รถไฟ)	.43	.51	.63	.65	.77

(Garrison, W., and Marble, D., 1961, pp 60 - 62)

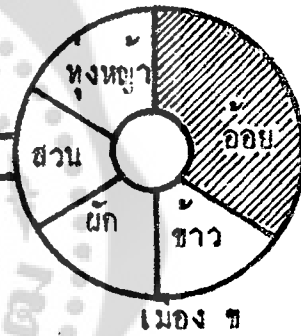
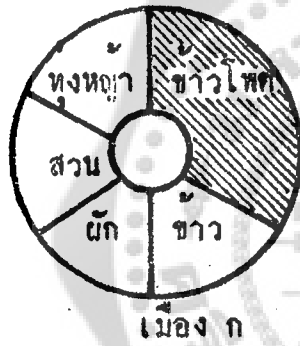
นอกจากการศึกษาความสัมพันธ์ของเส้นทางคมนาคมกับการพัฒนาเศรษฐกิจในด้านต่าง ๆ กับลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศ ยังมีงานศึกษาที่ให้อธิบายถึงสาเหตุที่น่าสนใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของเส้นทางคมนาคมกับเศรษฐกิจอีกลักษณะหนึ่งคือ การก่อให้เกิด "ลักษณะเศรษฐกิจเฉพาะภูมิภาค" (regional specialization) ซึ่งแทมป์และโฮวาร์ดได้ทำการศึกษาและให้อธิบายถึงสาเหตุไว้

รูปที่ 2.7

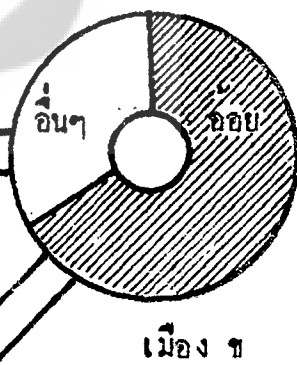
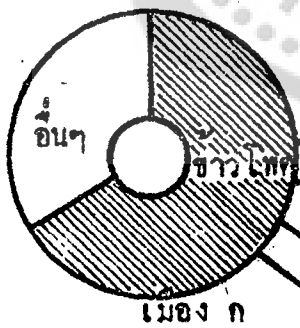
ชั้นที่ 1



ชั้นที่ 2



ชั้นที่ 3



เมือง ค



จากรูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นภาพง่าย ๆ ถึงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงในระบบ
เส้นทางคมนาคมที่มีผลทำให้เกิดลักษณะเศรษฐกิจเฉพาะภูมิภาค

ขั้นที่ 1 ไม่มีเส้นทางปรากฏ หรืออาจจะมีก็เพียงเล็กน้อย เมือง ก. และเมือง ข.
แยกเป็นอิสระจากกัน และต่างไม่ได้เชื่อมสัมพันธ์กับเมืองอื่น ๆ ทั้งหมดด้วย โดยรอบเมืองทั้ง
สอง ปรากฏกิจกรรมทางการเกษตรแบบยังชีพอย่างกว้างขวาง ผลผลิตของพืชจะขึ้นอยู่กับ
ความต้องการบริโภคภายในของแต่ละเมือง ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของทรัพยากรและสภาวะ
แวดล้อมในพื้นที่ ตัวอย่างเช่นเมือง ก. อาจจะมีภาวะการขาดธรรมชาติที่ดีในการเพาะปลูก
ข้าวโพด แต่เนื้อที่ในการเพาะปลูกข้าวโพดจริง ๆ ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรที่บริโภคข้าวโพดใน
เมือง ก. เท่านั้น ในขณะที่เมือง ข. พื้นที่สามารถจะปลูกอ้อยได้ดีที่สุด แต่การ
เพาะปลูกอ้อยจะถูกจำกัดอยู่เฉพาะให้พอเหมาะกับความต้องการของผู้บริโภคในเมือง ข. เท่านั้น

ขั้นที่ 2 ลักษณะพิเศษเฉพาะภูมิภาคหรือเมืองเริ่มต้น เมื่อมีเส้นทางคมนาคมเชื่อม
ระหว่างทั้งสองเมือง ทำให้รูปแบบการเพาะปลูกเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ รอบเมือง ก. มีการ
เพาะปลูกข้าวโพดขยายกว้างขวางขึ้น และอ้อยขยายกว้างขวางรอบเมือง ข. เริ่มมีการขนส่ง
ผลผลิตส่วนที่เหลือจากการบริโภคไปแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน ทั้งสองเมืองเริ่มต้องอาศัยพึ่งพากัน
รูปแบบของการผลิตค่อนข้างสมบูรณ์มากขึ้น พื้นที่รอบ ๆ เมือง ก. สามารถผลิตข้าวโพดได้ใน
ราคาถูกกว่าพื้นที่รอบเมือง ข. ดังนั้นเมือง ข. จะจ่ายค่าขนส่งในการซื้อข้าวโพดจากเมือง ก.
ซึ่งถูกและมีมากกว่า

ขั้นที่ 3 ถ้าเมือง ค. เป็นเมืองที่ติดต่อกับส่วนอื่น ๆ ของโลกและมีเส้นทางติดต่อ
กับเมือง ก. และ ข. ส่งเสริมให้เมือง ก. และ ข. มีลักษณะพิเศษเฉพาะของตนมากขึ้น
(รูปที่ 2.7 ขั้นที่ 3) นั่นก็คือมีลักษณะการผลิตข้าวโพดในเขตเมือง ก. และอ้อยในเขตเมือง ข.
เพิ่มมากขึ้น รายรับที่ได้จากการขายผลผลิตข้าวโพดและอ้อย จะนำมาใช้จ่ายซื้อผลิตผลทางการ
เกษตรอื่น ๆ จากเมืองที่ต้นทุนการผลิตที่ถูกกว่า หรือมีปริมาณมากกว่า (Taaffe, E.J.,
and Gauthier, H.L., 1973, pp 34 - 36)

จะเห็นว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่มีเส้นทางคมนาคมเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างเมืองหรือ
ภูมิภาค จะก่อให้เกิดการจัดหน้าที่ (functional organization) ขึ้นในภูมิภาค และ

ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินด้วย

บริก โกบินดาซิง (Brig, Gobindar Singh) ได้ทำการศึกษาเรื่องการคมนาคมทางถนนกับการพัฒนาทางด้านการเกษตรกรรมในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดียครอบคลุมพื้นที่บริเวณรัฐนาคาแลนด์ (Nagaland) ไมซอรัม (Mizoram) และอรุณาจัลประเทศ (Arunachal Pradesh) ผลการศึกษาปรากฏว่าในพื้นที่ดังกล่าวเมื่อเริ่มแรก การเกษตรกรรมยังไม่มีระบบแบบแผนแต่อย่างใด ชาวบ้านทำการเพาะปลูกเฉพาะบริเวณใกล้ ๆ หมู่บ้านชนิดของพืชมีจำกัดเฉพาะเท่าที่จำเป็นได้แก่ ข้าว เมื่อมีการสร้างถนนขึ้น ชาวบ้านมีความรู้สึกว่าการคมนาคมมีความจำเป็นต่อการเพาะปลูกมากขึ้น การทำนาข้าว และปลูกพืชเงินอื่น ๆ เกิดขึ้นตามมาอย่างกว้างขวางและเป็นปริมาณมาก พื้นที่ใหม่ ๆ ได้รับความพัฒนาเพื่อการเพาะปลูกสองข้างถนนซึ่งทำการเพาะปลูกไม่ได้ผล ก็ได้เปลี่ยนเป็นบริเวณเกษตรกรรมทั้งหมด (Gobindar Singh, Brig., 1972, pp 9 - 13)

มูเคอจี (Mukerji) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างความเป็นโครงตาข่ายของเส้นทางคมนาคมกับระดับการเจริญเติบโตของเมืองในแคว้นราชสถาน (Rajasthan) โดยใช้การวัดค่าความเป็นโครงตาข่ายด้วย 4 คณิต คือ แกมมา, อัลฟา, เบตา, และมิว ส่วนระดับการเจริญเติบโตของเมือง เขาใช้วิธีวัดค่าร้อยละ จากอัตราส่วนของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเมืองในช่วงปี 1961 - 1971. ผลจากการศึกษาปรากฏว่าความสัมพันธ์เป็นไปในทางบวก ที่มีค่าสูงมาก ทั้งระหว่างค่าคตินแต่ละตัว และคตินรวมของโครงตาข่ายกับระดับการเจริญเติบโตของเมือง (Mukerji, A.B., 1973, pp 14 - 25)

จากทฤษฎี เอกสารงานวิจัยและรูปแบบที่กล่าวอ้างมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า กลุ่มนักวิชาการในต่างประเทศมีความสนใจอย่างมากในเรื่องระบบโครงตาข่ายและส่วนสัมพันธ์ของระบบกับภาวะแวดล้อม แต่ละคนมีการกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาแตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยมองเห็นความสัมพันธ์แบบปิด (close relation) ระหว่างแบบรูปที่เหมือนกัน (Uniformity) ของระบบโครงตาข่ายกับหน้าที่ (functional) ที่เกี่ยวข้องทางด้านการเกษตร ซึ่งเป็นระบบสัมพันธ์ส่วนหนึ่งในการจัดระบบความสัมพันธ์ทั้งหมดของภูมิภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ.

วิธีดำเนินการศึกษา

1. แหล่งข้อมูล ในการศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1.1 แผนที่เส้นทางหลวง มาตราส่วน 1 : 1,000,000 เป็นรายปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2506 – 2514 จากกรมทางหลวง
- 1.2 แผนที่เส้นทางหลวงจังหวัด, ทางหลวงชนบท, จากกองทางหลวงท้องถิ่น, กรมโยธาธิการ
- 1.3 แผนที่เส้นทางหลวงจังหวัด, ทางหลวงชนบท, จากสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท
- 1.4 สถิติผลผลิตการปลูกพืชไร่, วนิด, พื้นที่เพาะปลูก, ผลผลิตรวม, ผลผลิตเฉลี่ย, เป็นรายจังหวัด จากกรมส่งเสริมการเกษตร หรือจากเกษตร จังหวัดในจังหวัดต่าง ๆ
- 1.5 เอกสารงานวิจัยและสถิติจากกรมทางหลวง, กรมวิชาการเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร, ศูนย์เอกสารแห่งประเทศไทย, ศูนย์วิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 1.6 ทำเนียบท้องที่ กองปกครองท้องที่ กรมการปกครอง
- 1.7 เอกสารที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

2. การจัดกระทำข้อมูล

- 2.1 แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ
ข้อมูลเส้นทางรถยนต์ ปี 2510 และ 2514
ข้อมูลผลผลิตการเกษตร ปี 2511 และ 2513
ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกัน กล่าวคือ เมื่อเส้นทางรถยนต์สำเร็จสมบูรณ์แล้ว กิจกรรมทางการเกษตรจึงจะตามมา
- 2.2 แยกข้อมูลเป็นรายจังหวัดในแต่ละปี เพื่อทำการวัดและคำนวณ
- 2.3 ทำการวัดหาค่าดัชนี แกมมา, อัลฟา, เบตา และมิว จากแผนที่เส้นทางของ

แต่ละจังหวัดในแต่ละปี

2.4 นำดัชนี แกมมา, อัลฟา, เบตา และมิว มาหาคำนวณรวมของเส้นทางคมนาคม (ATS)

2.5 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ที่เลือกมาเป็นตัวแทนในแต่ละจังหวัดของแต่ละปี

2.6 หาค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างดัชนีแต่ละตัวกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ และระหว่างดัชนีรวม (ATS) กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

2.7 ทำแผนที่แสดงลักษณะของเส้นทางคมนาคม และประสิทธิภาพของการผลิตไร่ ตามค่าที่คำนวณได้ของแต่ละจังหวัดในแต่ละปี

2.8 วิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1 ในการหาคำนวณ แกมมา, อัลฟา, เบตา และ มิว คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\gamma = \frac{e}{3(v-2)} \times 100$$

$$\alpha = \frac{e-v+1}{2v-5} \times 100$$

$$\beta = \frac{e}{v} \times 100$$

$$\mu = e - v + p$$

3.2 ในการหาคำนวณรวมของเส้นทางคมนาคม ใช้ตารางคะแนนที่แจกแจงไว้ดังนี้

	α	β	μ	γ	ATS
มาก	29	27	25	19	100
ปานกลาง	17	16	15	12	60
น้อย	13	11	9	7	40

3.3 การคำนวณค่าประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่น้ำได้จาก

$$E_i = \frac{I_{ya} \cdot C_a + I_{yb} \cdot C_b + \dots + I_{yn} \cdot C_n}{C_a + C_b + \dots + C_n}$$

$$I_{ya} = \frac{Y_c}{Y_r} \times 100$$

3.4 ค่าสหสัมพันธ์คำนวณได้จาก

$$r = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

ข้อกำหนดในการศึกษา

1. ศูนย์กลางหรือจุดเชื่อมต่อของเส้นทาง คือเอาชุมชนระดับอำเภอและกิ่งอำเภอ
ถูกต้องตามทำเนียบท้องที่ ปี พ.ศ. 2510 จำนวนศูนย์กลางนี้นำมาใช้เป็นศูนย์กลางของปี พ.ศ.
2514 ด้วย โดยไม่มีจำนวนที่เพิ่ม ทั้งนี้เพื่อต้องการดูการพัฒนาของเส้นทาง
2. จำนวนเส้นทางที่แข็งแรง พิจารณาเฉพาะที่มีสมรรถนะใช้ได้ทุกฤดูกาลเท่านั้น และ
แข็งแรงเฉพาะที่เชื่อมสัมพันธ์ระหว่างอำเภอหรือกิ่งอำเภอภายในจังหวัด เส้นทางที่เชื่อมระหว่าง

จังหวัดไม่ได้พิจารณา

3. การเชื่อมสัมพันธ์กันระหว่างเส้นทางในตำแหน่งที่ไม่ใช่ศูนย์กลางหรือจุดเชื่อมต่อโดยตรง การแข่งขันจะพิจารณารวมเส้นทางที่เชื่อมกันและสามารถติดต่อระหว่างศูนย์กลางคู่หนึ่งได้นับเป็น 1 เส้นทาง เพื่อพิจารณาระบบโครงข่ายของแต่ละจังหวัดเป็นพลานาร์กราฟ
4. เส้นทางส่วนใหญ่ที่ใช้ศึกษา จะเป็นทางหลวงแผ่นดิน, ทางหลวงจังหวัด และเส้นทางชนบท, ทาง ร.พ. ช. ทางชลประทานบางสายที่ได้ให้ทุกฤดูกาลเท่านั้น ส่วนทางเกวียน, ทางคนเดินและทางลำลองอื่น ๆ ไม่ได้พิจารณา



การวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ในแต่ละจังหวัด
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะแต่ละอย่างของ โครงตาข่ายกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในแต่ละจังหวัด

สัญลักษณ์ใช้ในการวิเคราะห์

$$ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$$

คือ คำนวณรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์
ของดัชนี อัลฟา, เบตา, มิว และแกมมา

$$ATS(\beta + \gamma)$$

คือคำนวณรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ของ
ดัชนีเบตาและแกมมา

E_i

คือ ดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

α

คือ ดัชนีอัลฟา

β

คือ ดัชนีเบตา

μ

คือ ดัชนีมิว

γ

คือ ดัชนีแกมมา

r

คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$\bar{x}$

คือ ผลเฉลี่ย

E

คือ ผลรวม

df

คือ degree of freedom

1. เปรียบเทียบดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

จากตาราง 4.1 เป็นผลการคำนวณหาค่าดัชนีชนิดต่าง ๆ ของโครงตาข่ายเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 เป็นรายจังหวัด (ดูการคำนวณในภาคผนวก)

ในปี พ.ศ. 2510 จากการใช้ดัชนี อัลฟา เบตา มิว และแกมมาตรวจสอบผลปรากฏว่า ดัชนีอัลฟาและมิวมีค่าติดลบ และเท่ากับ 0 ทุกจังหวัด แสดงว่าในปี พ.ศ. 2510 นี้ เส้นทางรถยนต์ซึ่งใช้ได้ทุกฤดูกาลที่เชื่อมสัมพันธ์ระหว่างอำเภอในทุกจังหวัดยังมีน้อยมาก ทำให้โครงสร้างของเส้นทางรถยนต์ในลักษณะเชื่อมสัมพันธ์เป็นโครงตาข่ายยังมีไม่มากพอที่จะให้ค่าดัชนี อัลฟา และมิว แต่สามารถคำนวณค่าดัชนี เบตา และแกมมาได้

ปี พ.ศ. 2514 ระบบโครงตาข่ายของเส้นทางรถยนต์ในแต่ละจังหวัดให้ค่าดัชนีอัลฟาและมิวเกือบทุกจังหวัดยกเว้นจังหวัดเลย แสดงว่าเส้นทางรถยนต์ซึ่งใช้ได้ทุกฤดูกาลที่เชื่อมสัมพันธ์ระหว่างอำเภอได้รับการพัฒนาเพิ่มจำนวนขึ้นมากกว่าปี พ.ศ. 2510 สำหรับจังหวัดเลยยังได้รับการพัฒนาไม่มากพอ มีแต่ดัชนี เบตา และแกมมาเท่านั้นที่ครบทุกจังหวัด

ดังนั้นในการศึกษาเปรียบเทียบครั้งนี้ ดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ ผู้วิจัยจะใช้ผลรวมของดัชนีเบตาและแกมมาเพื่อให้เกิดน้ำหนักเท่าเทียมกัน โดยใช้วิธีการดังนี้

$$ATS(\beta + \gamma) = \frac{\beta + \gamma}{2}$$

$ATS(\beta + \gamma)$ = Aggregate Transportation System of $\beta + \gamma$ ผลที่ได้ออกมาเป็นร้อยละ เพราะค่า เบตา และแกมมา เป็นร้อยละอยู่แล้ว ส่วนดัชนีรวมความหนาแน่นของดัชนี ทั้ง 4 ค่า $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ ผู้วิจัยจะใช้ประโยชน์ในการศึกษาหาความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการผลิตของพืชไร่ต่อไป

ก. เปรียบเทียบความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์

จากตาราง 4.2 แสดงการ เปรียบเทียบดัชนีรวมความหนาแน่น $ATS(\beta + \gamma)$

ตาราง 4.1 แสดงค่าดัชนีชี้วัดต่าง ๆ ของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

จังหวัด	ดัชนี	พ.ศ. 2510					พ.ศ. 2514				
		α	β	μ	γ	Ei	α	β	μ	γ	Ei
กาฬสินธุ์		-11.11	71.42	-1	33.33	104.77	33.33	128.57	3	60.00	117.62
ขอนแก่น		0	91.66	0	36.66	105.77	21.05	125.00	4	50.00	107.25
ชัยภูมิ		-11.76	72.22	-2	29.62	109.84	05.88	100.00	1	40.74	90.00
นครพนม		0	90.00	0	37.50	130.09	40.00	150.00	6	62.50	126.97
นครราชสีมา		-12.90	72.22	-4	27.08	102.76	12.90	116.66	4	43.75	110.40
หนองคาย		-11.11	71.42	-1	33.33	113.64	11.11	100.00	1	46.66	141.23
บุรีรัมย์		-38.46	33.33	-5	14.28	89.77	30.76	133.33	4	47.14	134.69
มหาสารคาม		-09.09	75.00	-1	33.33	84.66	27.27	125.00	3	55.55	84.20
ร้อยเอ็ด		-17.64	63.63	-3	29.92	95.60	23.52	127.27	4	51.85	122.98
เลย		-14.28	66.66	-1	33.33	108.79	0	83.33	0	41.66	70.60
ศรีสะเกษ		-18.18	62.50	-2	27.77	97.27	09.09	100.00	1	44.44	130.48
สกลนคร		-09.09	75.00	-1	33.33	121.18	72.72	187.50	8	83.33	147.84
สุรินทร์		-23.07	55.55	-3	23.80	90.35	23.07	122.22	3	52.38	135.43
อุดรธานี		-06.66	80.00	-1	33.33	93.59	20.00	120.00	3	50.00	99.94
อุบลราชธานี		-53.84	62.90	-7	22.80	86.39	13.50	119.04	5	43.85	119.66

ตาราง 4.2 เปรียบเทียบค่าดัชนีรวม $ATS(\beta + \gamma)$ กับประสิทธิภาพของ
การผลิตพืชไร่

จังหวัด	ดัชนี	พ.ศ. 2510		พ.ศ. 2514		ความแตกต่าง	
		ATS ($\beta + \gamma$)	Ei	ATS ($\beta + \gamma$)	Ei	ATS ($\beta + \gamma$)	Ei
กาฬสินธุ์		52.37	104.77	94.27	117.62	41.90	12.85
ขอนแก่น		64.16	105.77	87.50	107.25	23.34	1.48
ชัยภูมิ		50.92	109.84	70.37	90.00	19.45	-19.44
นครพนม		63.75	13.09	106.25	126.97	42.50	- 3.12
นครราชสีมา		49.65	102.76	80.20	110.40	30.55	7.64
หนองคาย		52.37	113.64	73.33	141.23	20.96	27.59
บุรีรัมย์		23.80	89.77	95.23	134.69	71.43	44.92
มหาสารคาม		54.16	84.66	90.27	84.20	36.11	- .42
ร้อยเอ็ด		46.77	95.60	89.56	122.98	42.79	27.38
เลย		49.59	108.79	62.49	70.60	12.50	-38.19
ศรีสะเกษ		45.13	97.27	72.22	130.48	27.09	33.21
สกลนคร		54.16	121.18	135.41	147.84	81.25	26.66
สุรินทร์		39.67	90.35	80.30	135.43	47.63	45.08
อุดรธานี		56.66	93.59	85.00	99.94	28.34	6.35
อุบลราชธานี		42.85	86.39	81.44	119.66	38.59	33.27
E		746.01	1534.47	1310.84	1739.73	564.83	205.26
$\bar{X}$		49.73	102.30	87.38	115.98	37.65	13.68

ระหว่างปี พ.ศ. 2510 กับ พ.ศ. 2514 ผลปรากฏออกมาดังนี้

1. จังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมมากที่สุด 5 จังหวัดแรก ในปี พ.ศ. 2510 เรียงตามลำดับดังนี้คือ ขอนแก่น นครพนม อุดรธานี สกลนคร และมหาสารคาม (64.16, 63.75, 56.66, 54.16 และ 54.16)

จังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมมากที่สุด 5 จังหวัดแรกในปี พ.ศ. 2514 เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามากคือ สกลนคร นครพนม บัรรัมย์ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และร้อยเอ็ด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก (135.41, 106.25, 95.23, 94.27, 90.27 และ 89.56)

2. จังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมน้อยที่สุด 5 จังหวัดหลังในปี พ.ศ. 2510 เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามาก คือ บัรรัมย์ สุรินทร์ อุมลราชธานี ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด (23.80, 39.67, 42.85, 45.13, 46.77)

จังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมน้อยที่สุด 5 จังหวัดหลังในปี พ.ศ. 2514 เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามากคือ เลย ชัยภูมิ ศรีสะเกษ หนองคาย นครราชสีมา และอุบลราชธานี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน (62.49, 70.37, 72.22, 73.33, 80.20 และ 81.44)

3. จังหวัดที่มีอัตราการเพิ่มมากที่สุด เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 5 จังหวัดดังนี้คือ สกลนคร บัรรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด นครพนม (81.25, 71.43, 47.63, 42.79, 72.50)

จังหวัดที่มีอัตราการเพิ่มน้อยที่สุดเรียงตามลำดับจากน้อยไปหามาก 5 จังหวัดคือ เลย ชัยภูมิ หนองคาย ขอนแก่น ศรีสะเกษ (12.50, 19.45, 20.96, 23.34, 27.09)

4. ค่าดัชนีรวม ในปี พ.ศ. 2514 มากกว่าในปี พ.ศ. 2510 ทุกจังหวัด ค่าดัชนีรวมความหนาแน่นเฉลี่ย ($\bar{X}$) ในปี พ.ศ. 2510 ประมาณ 49.73 ในปี พ.ศ. 2514 ประมาณ 87.38 และอัตราการเพิ่มเฉลี่ยประมาณ 37.65

ข. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

จากตาราง 4.2 แสดงค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ 7 ชนิด เป็นดัชนีรวมของแต่ละจังหวัดในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 ผลปรากฏดังนี้

1. จังหวัดที่มีประสิทธิภาพของการผลิตมากที่สุดในปี พ.ศ. 2510 เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 5 จังหวัดคือ นครพนม สกลนคร หนองคาย ชัยภูมิ เลย (130.09, 121.18, 113.64, 109.84, 108.79)

จังหวัดที่มีประสิทธิภาพของการผลิตมากที่สุดในปี พ.ศ. 2514 เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 5 จังหวัดคือ สกลนคร นครพนม สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ (147.84, 141.24, 135.43, 134.69, 130.48)

2. จังหวัดที่มีประสิทธิภาพของการผลิตน้อยที่สุดในปี พ.ศ. 2510 เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามาก 5 จังหวัดคือ มหาสารคาม อุบลราชธานี บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุตรดิตถ์ (84.66, 86.39, 89.77, 90.35, 93.59)

จังหวัดที่มีประสิทธิภาพของการผลิตน้อยที่สุดในปี พ.ศ. 2514 เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามาก 5 จังหวัด คือ เลย มหาสารคาม ชัยภูมิ อุตรดิตถ์ ขอนแก่น (70.60, 84.20, 90.00, 99.94, 107.25)

3. จังหวัดที่มีอัตราการเพิ่มมากที่สุด เรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับดังนี้ สุรินทร์ บุรีรัมย์ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด 45.08, 44.92, 33.27, 33.21 17.38)

จังหวัดที่มีอัตราการเพิ่มน้อยที่สุด เรียงจากน้อยไปหามากดังนี้คือ เลย ชัยภูมิ นครพนม มหาสารคาม ขอนแก่น (-38.19, -19.44, -3.12, -.42, 1.48)

4 จังหวัดแรกประสิทธิภาพการผลิตลดลง

4. คำนวณในปี พ.ศ. 2514 ไม่มากกว่าปี พ.ศ. 2510 ทุกจังหวัด คำนวณเฉลี่ย ($\bar{X}$) ในปี พ.ศ. 2510 ประมาณ 102.30 ในปี พ.ศ. 2514 ประมาณ 115.98 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยประมาณ 13.68

เมื่อนำผลที่ได้มาจัดกลุ่มจะปรากฏผลตามตาราง 4.3

ตาราง 4.3 แสดงการจัดกลุ่มความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ และประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ โดยใช้ระบบการแบ่ง 5 จังหวัดเท่า ๆ กัน

	พ.ศ. 2510			พ.ศ. 2514		
	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
ความหนาแน่น ของเส้นทาง รถยนต์	ขอนแก่น* นครพนม อุดรธานี สกลนคร* มหาสารคาม	กาฬสินธุ์* หนองคาย เลย นครราชสีมา* ชัยภูมิ	ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อุบลราชธานี* สุรินทร์* บุรีรัมย์*	สกลนคร* นครพนม บุรีรัมย์* กาฬสินธุ์ มหาสารคาม	ร้อยเอ็ด* ขอนแก่น สุรินทร์ อุดรธานี อุบลราชธานี*	นครราชสีมา หนองคาย ศรีสะเกษ ชัยภูมิ* เลย*
ประสิทธิภาพ ของการผลิต พืชไร่	นครพนม* สกลนคร* หนองคาย ชัยภูมิ เลย	ขอนแก่น กาฬสินธุ์* นครราชสีมา* ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด	อุดรธานี สุรินทร์* บุรีรัมย์* อุบลราชธานี* มหาสารคาม	สกลนคร* หนองคาย สุรินทร์ บุรีรัมย์* ศรีสะเกษ	นครพนม ร้อยเอ็ด* อุบลราชธานี* กาฬสินธุ์ นครราชสีมา	ขอนแก่น อุดรธานี* ชัยภูมิ* มหาสารคาม เลย*

* มีความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ และประสิทธิภาพการผลิตพืชไร่
อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ถ้าถัดเกณฑ์ตามที่หาเพียได้จัดอันดับประสิทธิภาพของการผลิตทางการเกษตรไว้ จะได้ผลตามตาราง

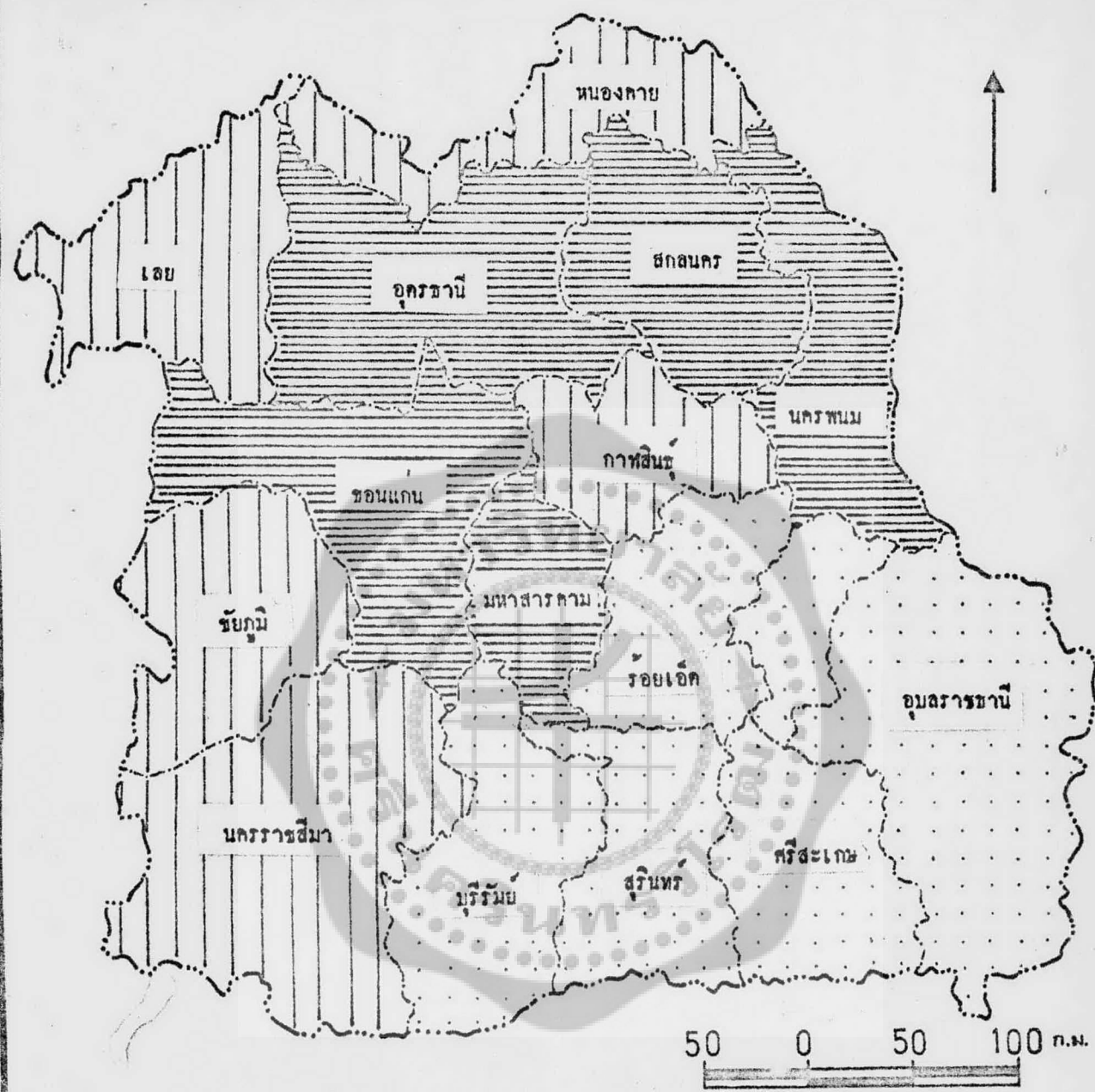
4.5 ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวมีค่าตามตาราง 4.4

ตาราง 4.4 แสดงเกณฑ์การจัดอันดับความแนวของมาเทีย

	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก
ประสิทธิภาพ	> 109.6	> 100.0	> 88.8	< 88.8

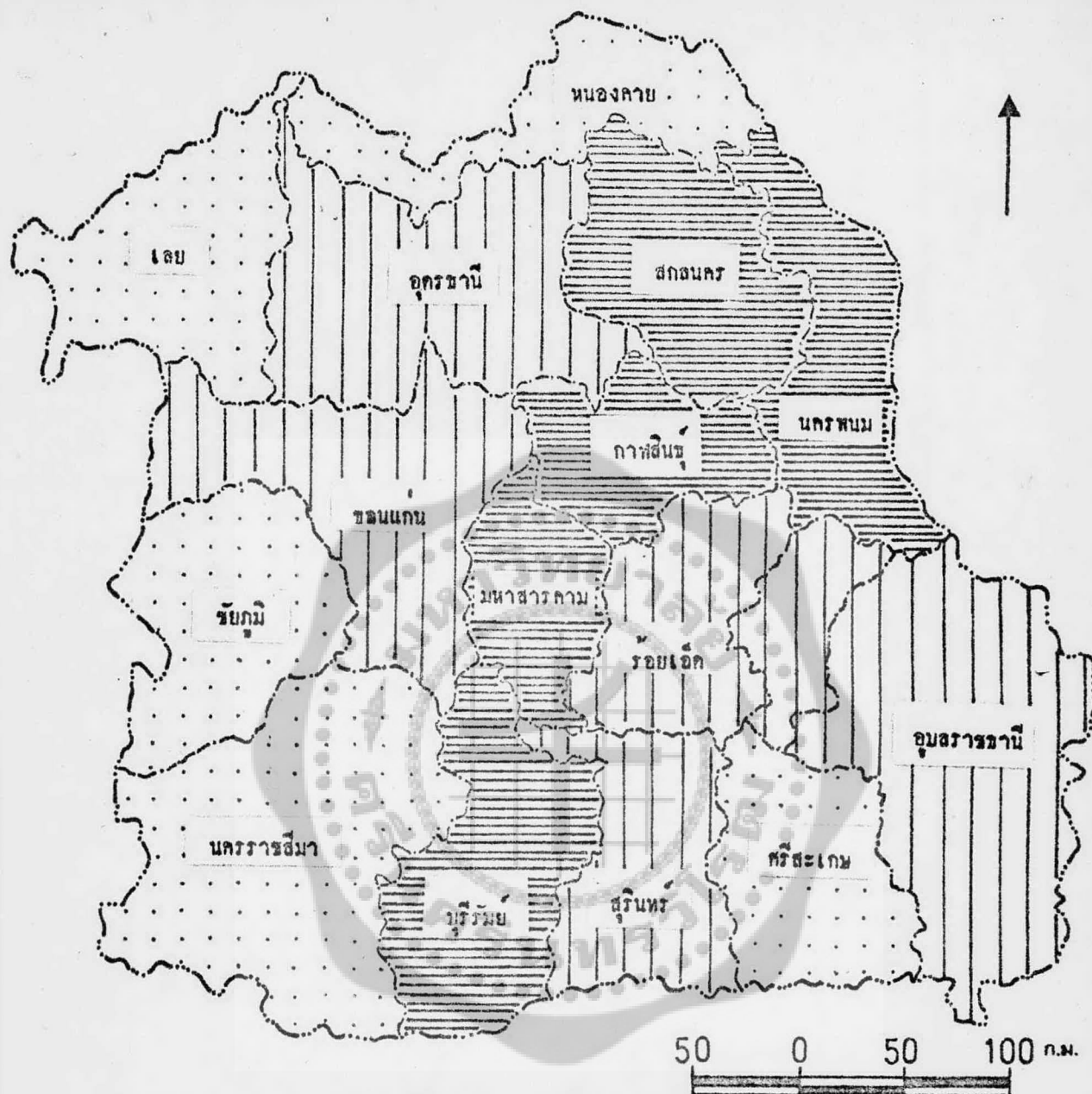
ตาราง 4.5 แสดงการจัดกลุ่มประสิทธิภาพของการผลิตโดยถือเกณฑ์ของมาเทีย

		พ.ศ. 2510				พ.ศ. 2514			
		มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก
ประสิทธิภาพ ของการผลิต พืชไร่	นครพนม	กาฬสินธุ์	บุรีรัมย์	อุบล ๓	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	ชัยภูมิ	มหาสารคาม เลย	
	หนองคาย	ขอนแก่น	ร้อยเอ็ด	มหาสารคาม	นครพนม		อุดรธานี		
	สกลนคร	ชัยภูมิ	ศรีสะเกษ		นครราชสีมา				
	นครราชสีมา	สุรินทร์			หนองคาย				
		-สีมา	อุดรธานี		บุรีรัมย์				
		เลย			ร้อยเอ็ด				
					ศรีสะเกษ				
					สกลนคร				
					สุรินทร์				
					อุบล ๓				



ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ พ.ศ. 2510

- | | | | |
|---|-----------------------------|--|------------|
|  | $ATS(\beta+\gamma) = 54-64$ |  | เขตจังหวัด |
|  | $ATS(\beta+\gamma) = 49-52$ |  | เขตภาค |
|  | $ATS(\beta+\gamma) = 23-46$ | | |



ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ พ.ศ. 2514



ATS($\beta+\gamma$) = 89-135



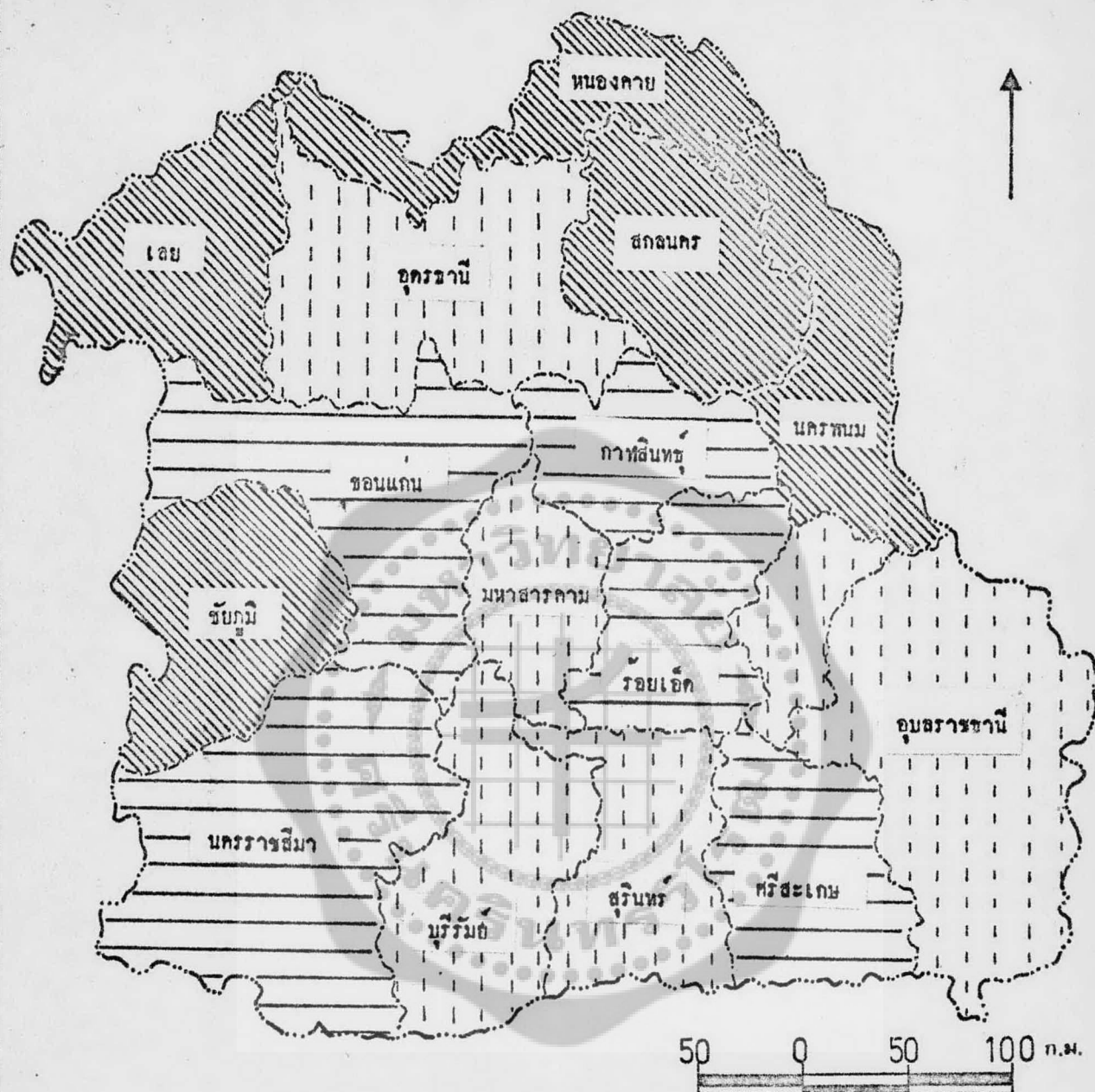
ATS($\beta+\gamma$) = 81-89



ATS($\beta+\gamma$) = 62-81

----- เขตจังหวัด

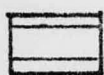
----- เขตภาค



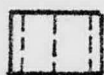
ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ พ.ศ. 2510



$E_i = 108 - 130$

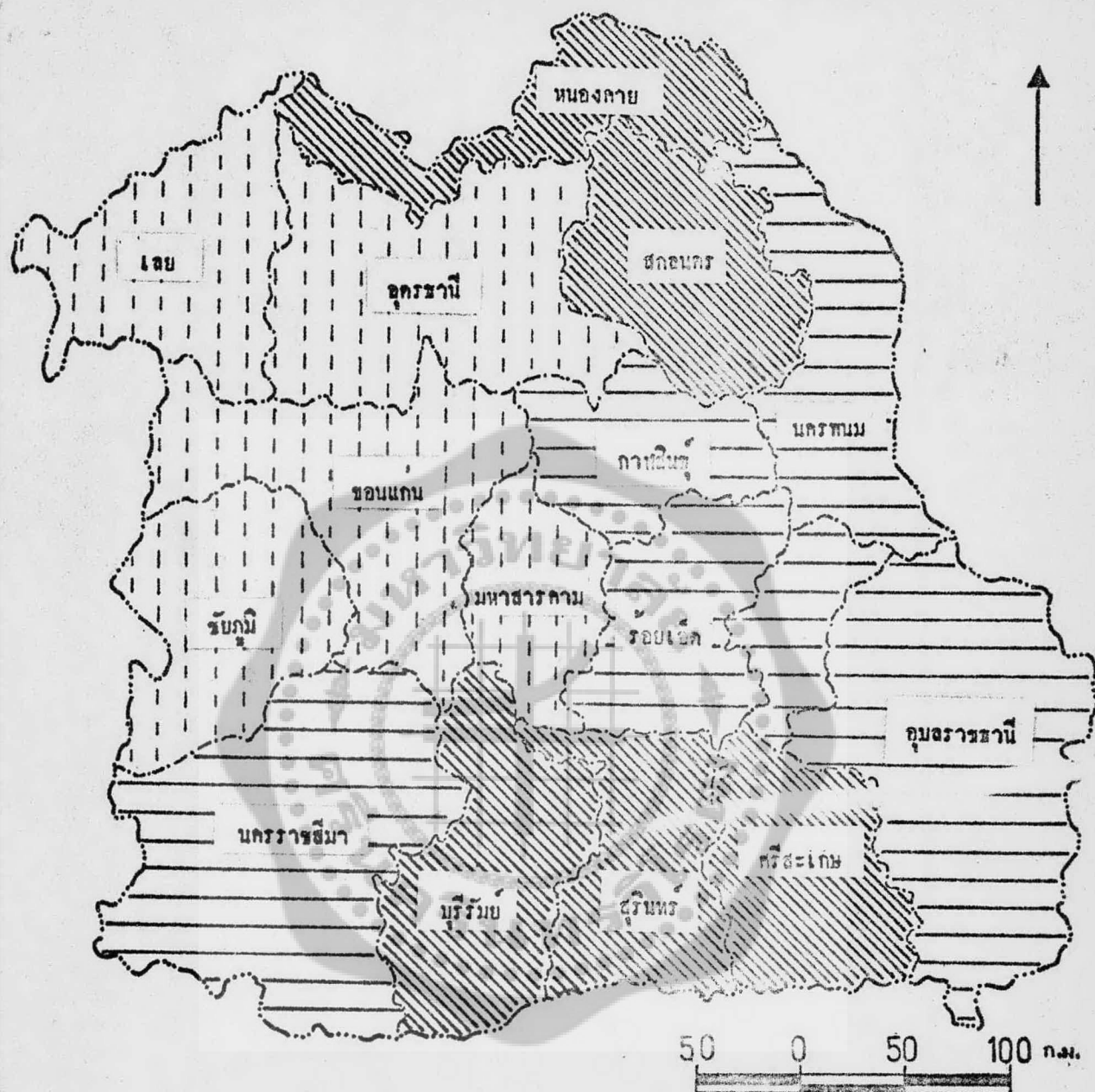


$E_i = 95 - 105$



$E_i = 84 - 93$

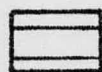
----- เขตจังหวัด
 เขตภาค



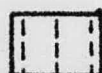
ประสิทธิภาพของการผลิตพืช ปี 2514



$E_i = 130-147$



$E_i = 110-126$



$E_i = 70-107$

เขตจังหวัด

เขตภาค

2. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

จากดัชนีที่คำนวณได้ ในตาราง 4.1 ได้นำเอาดัชนีทุกดัชนีมาถ่วงค่าเพื่อทำเป็นดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ โดยถือเกณฑ์ถ่วงน้ำหนักของ มูเคอจิ ที่แสดงไว้ในบทที่ 3 การแปรค่า (คุณภาพคนวก) แล้วนำผล $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ ที่ได้มาแสดงเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 ตามตาราง 4.7

สำหรับค่า อัลฟา และมิว ที่มีค่า 0 และค่าติดลบนั้น ได้ให้ค่าถ่วงน้ำหนักอันดับต่ำสุดของแต่ละดัชนี จากตาราง 4.7 จะเห็นว่าดัชนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ ในปี พ.ศ. 2510 บางจังหวัดมากกว่าและบางจังหวัดน้อยกว่าปี พ.ศ. 2514 อันนี้เป็นผลมาจากการเทียบค่าของ 2 ปี โดยถือเกณฑ์เดียวกัน เพราะการถ่วงน้ำหนักให้ค่าตามผลการจัดอันดับคะแนนของแต่ละดัชนีเป็น 3 กลุ่ม ค่าสูงสุดของปีก่อน อาจจะไม่เท่ากับค่าต่ำสุดของปีต่อมา แต่ต้องถ่วงน้ำหนักให้มากกว่า ซึ่งผิดหลักความจริง ฉะนั้นจึงไม่เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบ แต่จะนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซึ่งได้ผลตามตาราง 4.6 ต่อไปนี้

ตาราง 4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ และ E_i

	$ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$	
	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514
E_i	.4838 **	.4222
ร้อยละ	23.40	17.82

** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % $df = 13$

ตาราง 4.7 เปรียบเทียบค่าดัชนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ กับ
ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ (E_i)

จังหวัด ดัชนี	พ.ศ. 2510		พ.ศ. 2514		ความแตกต่าง	
	ATS $\alpha + \beta + \mu + \gamma$	E_i	ATA $\alpha + \beta + \mu + \gamma$	E_i	ATS $\alpha + \beta + \mu + \gamma$	E_i
กาฬสินธุ์	57	104.77	60	117.62	-3	12.85
ขอนแก่น	68	105.77	52	107.25	16	1.48
ชัยภูมิ	61	109.84	40	90.40	-21	-19.44
นครพนม	68	130.09	70	126.97	2	-3.12
นครราชสีมา	61	102.76	46	110.40	-15	7.64
หนองคาย	57	113.64	40	141.23	-17	27.59
บุรีรัมย์	40	89.77	60	134.69	20	44.92
มหาสารคาม	68	84.66	60	84.24	-8	-0.42
ร้อยเอ็ด	50	95.60	51	122.98	1	27.38
เลย	57	108.79	40	70.60	-17	-38.19
ศรีสะเกษ	50	97.27	40	130.48	-10	33.21
สกลนคร	68	121.18	100	147.84	32	26.66
สุรินทร์	50	90.35	51	135.43	1	45.08
อุดรธานี	68	93.59	51	99.94	-17	6.35
อุบลราชธานี	50	86.39	51	1119.66	1	33.27
Σ	873	1534.47	812	1739.73	-61	205.26
$\bar{X}$	58.20	102.30	54.13	115.98	4.07	13.68

ในการนำเอาค่าดัชนีรวมความหนาแน่น $ATS(\beta + \gamma)$ มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
สหสัมพันธ์ผลปรากฏตามตาราง 4.8

ตาราง 4.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $ATS(\beta + \gamma)$
กับ E_i

	$ATS(\beta + \gamma)$	
	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514
E_i	.5719 **	.5264 **
ร้อยละ	32.70	27.70

** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % $df = 13$

จากตาราง 4.6 และ 4.8 จะเห็นได้ว่า ดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์
ทั้ง 2 ชนิด คือดัชนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ และ $ATS(\beta + \gamma)$ ต่างก็มี
ความสัมพันธ์ในทางบวก กับประสิทธิภาพของการผลิตทั้งปี พ.ศ. 2510 และ 2514 แต่มีนัยสำคัญ
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพียง 3 ค่า ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่าง $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ ของปี พ.ศ. 2514

ผลที่ได้กล่าวแล้ว แสดงให้เห็นว่า ดัชนีรวมความหนาแน่น $ATS(\beta + \gamma)$ มีค่า
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ กับ ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ มากกว่าดัชนีรวมความหนาแน่น
 $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ คือมีค่า $r = .5719$ หรือร้อยละ 32.70 ในปี พ.ศ.
2510 และมีค่า .5264 หรือร้อยละ 27.70 ในปี พ.ศ. 2514 ส่วนค่า r ของ
 $ATS(\beta + \gamma)$ นั้นมีค่า .4838 หรือร้อยละ 23.40 ในปี พ.ศ. 2510 และ .4222
หรือร้อยละ 17.82 ในปี พ.ศ. 2514 เป็นที่น่าสังเกตว่าค่า r ในปี พ.ศ. 2514 มี
ค่าลดลงจากปี พ.ศ. 2510 เล็กน้อยทั้ง 2 ค่า และทุก ๆ ค่ามีความสัมพันธ์กันไม่มากนัก

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะแต่ละชนิดของ โกรงตาชายกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

ดังกล่าวแต่แรกแล้วว่า คัชนี อัลฟา และมิว ในปี พ.ศ. 2510 ไม่ได้แสดงค่าที่มีความหมาย และในปี พ.ศ. 2514 จังหวัดเลยก็ไม่มีคัชนี อัลฟา และมิว จึงนำเอาคัชนี เบตา และแกมมา มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ปรากฏผลตามตารางที่ 4.9

ตาราง 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า β และ γ กับ E_i

	พ.ศ. 2510		พ.ศ. 2514	
	E_i	ร้อยละ	E_i	ร้อยละ
β	.5401**	29.17	.5373**	28.86
γ	.6151**	37.83	.7993**	63.88

** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % $df = 13$

ผลจากตาราง 4.9 แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 ทั้งค่า เบตา และแกมมา ต่างก็มีความสัมพันธ์ในทางบวก กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทุกค่า และมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละปี แต่คัชนี แกมมา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าคัชนี เบตา ทั้ง 2 ปี คือ คัชนี แกมมา มีค่า r เท่ากับ .7993 หรือร้อยละ 63.88 ในปี พ.ศ. 2514 มีค่า เท่ากับ .6151 หรือร้อยละ 37.83 ในปี พ.ศ. 2510 ส่วนคัชนี เบตา มีค่า $r = .5401$ และ .5373 หรือร้อยละ 29.17 และ 28.86 ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 ตามลำดับ.

อภิปรายผล สรุป ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิเคราะห์ในบทที่ 4 สามารถอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่
3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของคันไถแต่ละคันกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

1. เปรียบเทียบความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514

ก. ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยคุณลักษณะ 4 ประการคือ

1. อัตราส่วนระหว่างจำนวนวงจรที่อยู่จริงกับจำนวนวงจรที่สามารถมีได้มากที่สุดในระบบโครงตาข่ายของแต่ละจังหวัด (α)
2. อัตราส่วนระหว่างจำนวนเส้นทางกับจำนวนศูนย์กลางของแต่ละจังหวัด (β)
3. จำนวนของเส้นทางที่สามารถเชื่อมสัมพันธ์ศูนย์กลางทุกศูนย์กลางได้เป็นวงกลม (μ)

4. อัตราส่วนระหว่างจำนวนของเส้นทางที่อยู่จริงกับจำนวนเส้นทางที่สามารถมีได้สูงสุดในระบบโครงตาข่ายของแต่ละจังหวัด (γ)

จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ผลรวมจากคุณลักษณะที่เป็นค่าดัชนีทั้ง 4 ประการ จะได้ค่าดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ 2 คันคือ

1. คำนีรวม $ATS(\beta + \gamma)$
2. คำนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$

ในที่นี้ใช้ดัชนีรวม $ATS(\beta + \delta)$ เปรียบเทียบกับขั้นตอนการวิเคราะห์ แต่ก่อนที่จะเปรียบเทียบความเป็นโครงตาข่ายของเส้นทางรถยนต์ใคร่เสนอช่วงระยะที่หน่วยเร่งรัดพัฒนาชนบทเข้าไปพัฒนาจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่เริ่มแรกดังนี้

พ.ศ. 2507 พัฒนาจังหวัด : เลย, หนองคาย, นครพนม, สกลนคร, อุดรธานี และอุบลราชธานี

พ.ศ. 2508 พัฒนาจังหวัด : กาฬสินธุ์, ร้อยเอ็ด

พ.ศ. 2509 พัฒนาจังหวัด : บุรีรัมย์, สุรินทร์, ศรีสะเกษ

พ.ศ. 2510 พัฒนาจังหวัด : ขอนแก่น, มหาสารคาม, ชัยภูมิ

พ.ศ. 2512 พัฒนาจังหวัด : นครราชสีมา

หน่วยงานนี้รับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงโครงตาข่ายของเส้นทางรถยนต์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือออกไปจากกรมทางหลวง นับตั้งแต่หน่วยงานนี้เริ่มเข้าไปพัฒนา จนมาถึง พ.ศ. 2510 และ พ.ศ. 2514 เป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมาก นอกจากช่วงระยะเวลาจะเป็นปัจจัยแรกแล้ว ปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงระบบโครงตาข่ายคือ

1. ตำแหน่งที่ตั้ง หมายถึงตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละจังหวัด ว่าเป็นศูนย์กลาง หรือ ศูนย์รวมหรือชุมทางเส้นทางรถยนต์หรือไม่ เป็นตำแหน่งที่มีเส้นทางหลักผ่านมากน้อยแค่ไหน อยู่ใกล้หรือไกลศูนย์พัฒนาความเจริญ
2. ขนาด คือปริมาณเนื้อที่ ของจังหวัดต่าง ๆ ว่าเป็นใหญ่หรือเล็ก
3. รูปร่าง คือลักษณะรูปร่างของพื้นที่ของแต่ละจังหวัด ว่าเป็นอย่างไร กลม, ยาว, เป็นวงรี, หรือเว้าแหว่ง
4. จำนวนศูนย์กลาง ได้แก่จำนวนอำเภอที่มีอยู่ในแต่ละจังหวัด
5. ระยะทาง คือช่วงห่างระหว่างศูนย์กลางว่าใกล้หรือไกล
6. ลักษณะภูมิประเทศ คือความยากง่ายในการก่อสร้างเส้นทาง
7. จำนวนประชากร คือความจำเป็นที่เร่งรัดให้มีการสร้างเส้นทาง
8. เทคโนโลยี คือความสะดวกรวดเร็วพร้อมที่จะมีเครื่องมือสร้างเส้นทางได้
9. เงินทุน คืองบประมาณสำหรับค่าก่อสร้าง
10. นโยบายและการเมือง คือความจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างเส้นทางขึ้นเพื่อผลประโยชน์

อย่างใดอย่างหนึ่ง

จากปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นองค์ประกอบร่วมกันที่ทำให้รูปแบบโครงตาข่ายของเส้นทางรถยนต์ในแต่ละจังหวัดมีลักษณะแตกต่างกัน

ปี พ.ศ. 2510 จากบทที่ 4 (ตาราง 4.3) กลุ่มจังหวัดที่มีค่าดัชนีรวม ATS ($\beta + \gamma$) มากนั้น คือ จังหวัดขอนแก่น, สกลนคร, อุดรธานี, นครพนม และมหาสารคาม จังหวัดขอนแก่น เป็นศูนย์กลางพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาตั้งแต่เริ่มแรก นโยบายของรัฐบาลขณะนั้นมุ่งพัฒนา จังหวัดขอนแก่น ให้เป็นเมืองศูนย์กลางของภาค ตำแหน่งที่ตั้งเป็นทางผ่านของทางหลวงแผ่นดิน สายประธานหลักหมายเลข 2 คือ ถนนมิตรภาพ เป็นชุมทางแยกไปจังหวัดเลย กาฬสินธุ์ มหาสารคาม แยกไปอุบลราชธานี จึงทำให้จังหวัดขอนแก่นมีเส้นทางมากมายก่อน จังหวัด นครพนม, สกลนคร, และอุดรธานี เป็น 3 ใน 6 จังหวัดที่หน่วยเร่งรัดพัฒนาชนบทเข้าพัฒนา เป็นรุ่นแรกในปี พ.ศ. 2507 เนื่องจากเหตุผลทางการเมืองที่จังหวัดเหล่านี้ได้รับการแทรกแซง จากฝ่ายคอมมิวนิสต์ จังหวัดอุดรธานีถนนมิตรภาพผ่าน จังหวัดสกลนคร นครพนม มีทางหลวง แผ่นดินสายประธานรองหมายเลข 22 ผ่านและเชื่อมระหว่าง อุดรธานี - สกลนคร - นครพนม สำหรับจังหวัดสกลนครนั้นยังมีจำนวนอำเภอน้อย ขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างกลม และระยะทาง ระหว่างอำเภอใกล้เคียงกัน ทำให้จังหวัดสกลนครมีปริมาณเส้นทางมาก และมีค่าดัชนีต่าง ๆ มาก ควบคู่กัน สำหรับจังหวัดมหาสารคามมีความใกล้ชิดกับจังหวัดขอนแก่น อยู่ใกล้ถนนมิตรภาพ มีจำนวน อำเภอเล็กน้อย ขนาดเล็ก, รูปร่างค่อนข้างกลม ระยะทางระหว่างอำเภอใกล้เคียง และยังเป็นตำแหน่ง ที่มีทางหลวงแผ่นดินสายสำคัญหมายเลข 23 ผ่าน และเชื่อมระหว่าง บ้านไผ่ - มหาสารคาม - ร้อยเอ็ด - ยโสธร - อุดรธานี นอกจากนี้ยังเป็นตำแหน่งที่เส้นทางหลักสำคัญอีกสายหนึ่งแยก ไปกาฬสินธุ์ - สกลนคร - นครพนมคือ ทางหลวงหมายเลข 213 จึงทำให้จังหวัดมหาสารคาม มีความสำคัญในการ เชื่อมสัมพันธ์ เส้นทางรถยนต์

การที่ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของเส้นทางหลักที่ผ่านในจังหวัดต่าง ๆ เพราะถือว่าเส้นทางหลักเป็นแกนที่ก่อให้เกิดเส้นทางย่อยไปเชื่อมสัมพันธ์กับศูนย์กลางต่าง ๆ เกิดความต่อเนื่องของ เส้นทางจนกลายเป็นระบบโครงตาข่าย คล้ายระบบการเกิดลำน้ำ แต่ต่างกันที่จุดเริ่มต้น เพราะระบบของลำน้ำเกิดจากสายย่อยที่เป็นสาขาไปสู่ลำน้ำใหญ่

จังหวัดที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีค่าดัชนีของเส้นทางรถยนต์น้อยในปี พ.ศ. 2510 ส่วนใหญ่เป็น จังหวัดที่อยู่ทางส่วนใต้ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 4.1) คือ จังหวัดบุรีรัมย์, สุรินทร์, ศรีสะเกษ, อุบลราชธานี ผลที่ได้ออกมาตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพราะเส้นทางหลวงแผ่นดินสายประธานรองหมายเลข 24 เชื่อมนครราชสีมา - บุรีรัมย์ - สุรินทร์ - ศรีสะเกษ - อุบลราชธานี เพิ่งสร้างเสร็จสมบูรณ์เมื่อ พ.ศ. 2516 นี้เอง ก่อนปี พ.ศ. 2510 เส้นทางรถยนต์ในจังหวัดเหล่านี้ไม่ได้รับการพัฒนาเลย เพราะมีเส้นทางรถไฟเชื่อมระหว่างอำเภอและ จังหวัดเป็นแกนสำคัญทางเศรษฐกิจอยู่แล้ว เป็นที่น่าสังเกตว่าจังหวัดอุบลฯ มีจำนวนอำเภอมาก พื้นที่มาก รูปร่างใหญ่ ยาว จำนวนเส้นทางมีมากจริง แต่ไม่สอดคล้องกับจำนวนอำเภอ อีกจังหวัดหนึ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้คือ จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งตามคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้น จังหวัดร้อยเอ็ดมีคุณสมบัติที่จะทำให้เกิดความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ได้หลายประการ เช่น มีขนาดเล็ก, รูปร่างค่อนข้างกลม, จำนวนอำเภอน้อย และเป็นทางผ่าน ฯลฯ แต่ในปี พ.ศ. 2510 เส้นทางส่วนใหญ่ยังใช้ไม่ได้ทุกฤดูกาล จึงทำให้ค่าดัชนีความหนาแน่นลดน้อยลง

ถึงอย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2510 นี้ แม้จะจัดกลุ่มความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อให้เกิดการจำแนกเปรียบเทียบและดูง่าย แต่ระบบโครงตาข่ายของเส้นทางรถยนต์ยังนับว่าอยู่ในขั้นการพัฒนาขั้นแรกเท่านั้น สิ่งที่ขบออกได้ชัดเจนคือ การไม่มีค่าดัชนี อัลฟา และมิว ซึ่งเป็นดัชนีบอกความซับซ้อนของโครงตาข่าย การที่มีเฉพาะดัชนีเบตา และแกมมา บอกได้เฉพาะปริมาณที่มีอยู่เท่านั้น

ในปี พ.ศ. 2514 กลุ่มที่มีความหนาแน่นมากเริ่มเปลี่ยนแปลงไป คือ มีจังหวัด สกลนคร, นครพนม, บุรีรัมย์, กาฬสินธุ์, และมหาสารคาม จังหวัดที่มีความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์อยู่ในกลุ่มนี้เดิม คือ สกลนคร, นครพนม, และมหาสารคาม จังหวัดที่เพิ่มค่าความหนาแน่นขึ้นมาใหม่ คือจังหวัดกาฬสินธุ์ และบุรีรัมย์ ซึ่งสองจังหวัดนี้ในทางการเมืองได้รับการแทรกแซงจากฝ่ายคอมมิวนิสต์มาก หน่วยแนวร่วมพัฒนาชนบทจึงเข้าไปในปี พ.ศ. 2508 และ 2509 ตามลำดับ จังหวัดร้อยเอ็ดซึ่งอยู่ในกลุ่มปานกลางมีค่าดัชนีความหนาแน่นไม่ต่างจากกลุ่มมากนัก เพราะจังหวัดนี้คงได้กล่าวแล้วว่า มีเส้นทางอยู่มาก เมื่อได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นจึงกลายเป็นจังหวัดที่น่าสนใจในเรื่องเส้นทางรถยนต์ที่กระจายเป็นรัศมีทั่วทั้งจังหวัด

จังหวัดที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีค่าดัชนีความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์น้อยในปี พ.ศ. 2514 คือ นครราชสีมา หนองคาย, ศรีสะเกษ, ชัยภูมิ และจังหวัดเลย จังหวัดนครราชสีมา เป็นจังหวัดที่มีขนาดใหญ่ จำนวนอำเภอมาก ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มีเฉพาะอำเภอที่อยู่ใกล้เคียงถนนมิตรภาพ หน่วยเร่งรัดพัฒนาชนบทเข้ามาพัฒนาเป็นจังหวัดสุดท้าย ของจังหวัดในภาคเดียวกัน เมื่อ ปี พ.ศ. 2512 ส่วนอีก 4 จังหวัดอยู่ 4 มุมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ปัจจุบันที่เหมือนกันของจังหวัดเหล่านี้คือ ห่างไกลจากเส้นทางหลักมาก และเป็นเมืองปิด จังหวัดชัยภูมิ และเลย มีขนาดใหญ่ จังหวัดหนองคายมีรูปร่างยาว ส่วนจังหวัดศรีสะเกษไม่มีเส้นทางหลักผ่านเลย โดยเมื่อพิจารณาจังหวัดที่อยู่โดยรอบจังหวัดศรีสะเกษจะเห็นว่า จังหวัดร้อยเอ็ดอยู่ทางเหนือเป็นชุมทางแยกของเส้นทาง จังหวัดอุบลราชธานี ทางตะวันออกมีเส้นทางหลักสายร้อยเอ็ด - อุบลราชธานี และสาย อุบลราชธานี - นครพนม, จังหวัดสุรินทร์ ทางตะวันตกมีเส้นทางหลักสาย ร้อยเอ็ด - สุรินทร์, ทั้ง 3 จังหวัดที่อยู่โดยรอบนี้ค่าความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มากกว่าจังหวัดศรีสะเกษทั้งสิ้น

ที่กล่าวมาเป็นคุณลักษณะเด่นที่เห็นชัดแจ้งจากการสังเกต แต่ยังมีสาเหตุและปัจจัยอื่นอีกหลายประการที่กล่าวมาแล้วข้างต้นประกอบกัน จึงสรุปได้ว่าความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ในปี พ.ศ. 2514 มีความแตกต่างไปจากปี พ.ศ. 2510 ดังนี้คือ

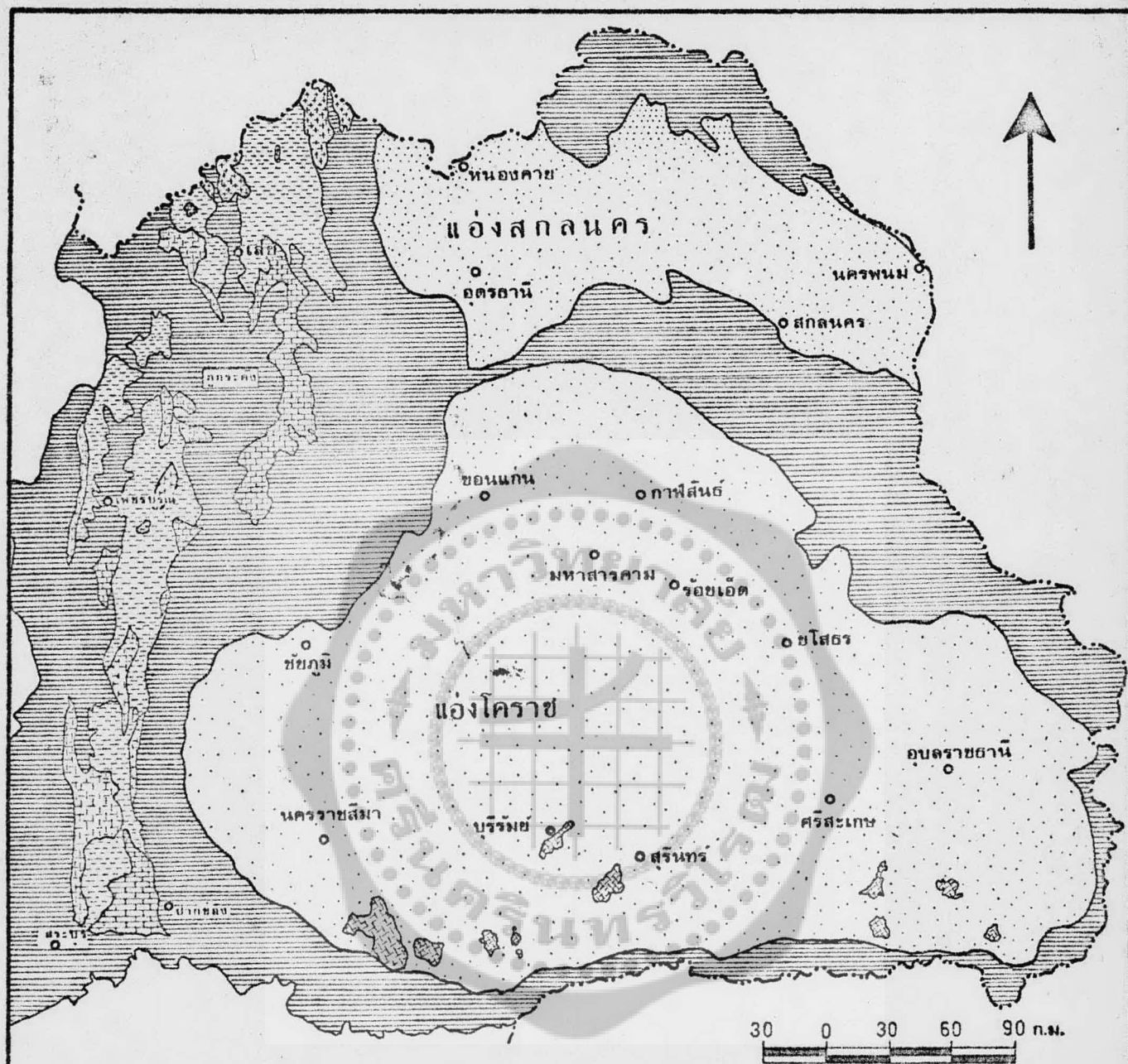
1. มีโครงสร้างของเส้นทางรถยนต์ที่ซับซ้อนกว่า โดยมีค่าดัชนีอัลฟา และมิว แสดงให้เห็น
2. ค่าดัชนีเบตา และแกมมาในปี พ.ศ. 2514 มีค่ามากกว่าปี พ.ศ. 2510 ทุกจังหวัด หมายถึงการมีจำนวนเส้นทางเพิ่มมากขึ้น

จากผลที่ได้มา จึงเป็นการยืนยันตามสมมติฐานข้อแรกที่ว่า ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ในช่วงที่มีเส้นทางรถยนต์คือแล้ว น่าจะมีความหนาแน่นมากกว่าในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ และจากการตรวจสอบความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ด้วยดัชนีเพียง 4 ชนิด ผู้วิจัยพบว่ามีข้อบกพร่องตรงที่ดัชนีอัลฟา และมิวตรวจสอบค่าความหนาแน่นในปี พ.ศ. 2510 ไม่ได้ เพราะเส้นทางรถยนต์ในปี พ.ศ. 2510 ยังพัฒนาไม่ถึงระดับที่จะเกิดวงจรในโครงตาข่าย แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยมีความเห็นว่าในปีหลัง ๆ ต่อมา ถ้าได้มีการศึกษาขึ้นอีกจะสามารถใช้ดัชนีดังกล่าว

ได้คิดว่าครั้งนี้ หรือถ้ามีข้อกำหนดที่แตกต่างไปจากข้อกำหนด ในการศึกษานี้ก็อาจสามารถตรวจสอบได้เช่นเดียวกัน เพราะดัชนีทั้ง 4 สามารถจำแนกได้ว่า จังหวัดไหนมีความหนาแน่นมากน้อย เปรียบเทียบระหว่างกันได้ และยังสามารถตรวจสอบได้ว่า ความเป็น โครงตาข่าย หรือความหนาแน่นได้พัฒนาเป็นขั้น ๆ ของแต่ละปีเป็นอย่างไร จึงคิดว่าผลที่ได้จากการวัดค่าครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เปรียบเทียบ หรือตรวจสอบกับขั้นของการพัฒนาความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ในปีอื่น ๆ นอกจากนั้นการตรวจสอบที่ได้ค่าออกมาเฉพาะเป็นตัวเลข เป็นวิธีการบอกปริมาณคุณสมบัติของปริมาณเส้นทางรถยนต์ได้ชัดเจนกว่าการพูดในลักษณะรวม ๆ เช่น มาก, น้อย, ปานกลาง ฯลฯ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำไปศึกษาเปรียบเทียบได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และเห็นว่าน่าจะมีเหตุผลอย่างมากที่กรมทางหลวงแผ่นดิน, กรมโยธาธิการ, หน่วยเร่งรัดพัฒนาชนบท, องค์การบริหารระดับจังหวัด แม่ฮ่องสอนการบริหารระดับอำเภอ หรือ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางคมนาคมอื่น ๆ น่าจะได้ตรวจสอบและแจ้งผลความก้าวหน้าของระบบโครงตาข่ายเส้นทางคมนาคมในท้องถิ่นต่าง ๆ เป็นรายอำเภอ รายจังหวัด และรายปีขึ้น

ข. ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ในการศึกษามุ่งตรวจสอบและวัดค่าออกมาเป็นตัวเลข เป็นดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่เป็นส่วนรวมของจังหวัด โดยมีพืชไร่สำคัญ 7 ชนิด เป็นองค์ประกอบในการวัด ผลที่ได้จากบทที่ 4 (ตาราง 4.2) แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ของแต่ละจังหวัดนั้นแตกต่างกัน

ในปี พ.ศ. 2510 จังหวัดที่จัดอยู่ในกลุ่มมาก จากตาราง 4.3 และ 4.5 ที่ถือเกณฑ์การแบ่งคนละอย่าง แต่ให้ความหมายตรงกันมีอยู่ 3 จังหวัดคือ นครพนม สกลนคร และหนองคาย ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตมากที่สุด เป็นที่น่าสังเกตว่า 3 จังหวัดดังกล่าว อยู่ในภูมิภาคที่เรียกว่า แอ่งสกลนคร (Sakon Nakhon Basin) ทั่วกันทั้งหมด (ดูรูปที่ 5.1) และอยู่ในตำแหน่งที่รับปริมาณน้ำฝนจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด และเป็น 3 ใน 6 จังหวัดแรกที่หน่วยเร่งรัดพัฒนาชนบทเข้าดำเนินการพัฒนา ซึ่งการส่งเสริมการเกษตรเป็นสายงานหนึ่งในหน่วยงานนี้ จึงเป็นสิ่งที่น่าคิดจากข้อสังเกตครั้งนี้ว่า ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่น่าจะมีปัจจัยที่จำเป็นอย่างอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยหลายประการ



โครงสร้างภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แอ่งโคราช แอ่งสกลนคร

ดินทราย ดินดาน ดินร่วน

ดินปนหินกรวด

ปะหัง, โด่ง และ ลาวา

ดินทราย (ดินดาน, ฟอสเฟต, ฤกษ์)

ดินร่วนปนทราย

แกรนิต,

ในขั้นตอนการ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ จากผลปี พ.ศ. 2510 ข้างต้น ถ้ามาพิจารณาการจัดกลุ่มโดยถือเกณฑ์ของมาเทียบในตามตาราง 4.5 จะมีกลุ่มที่มีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากถึง 10 จังหวัดในปี พ.ศ. 2514 จึงเป็นแนวโน้มที่พอชี้ให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่สูงขึ้นมากกว่าปี พ.ศ. 2510 แต่เมื่อพิจารณาคำดัชนีที่เป็นตัวเลขที่แท้จริงในตาราง 4.2 ผลปรากฏว่าในปี พ.ศ. 2514 ดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มีค่าลดลงจากปี พ.ศ. 2510 ถึง 4 จังหวัด คือ จังหวัด เลย, ชัยภูมิ, นครพนม และมหาสารคาม สำหรับจังหวัดนครพนมแม้จะมีค่าลดลงก็ยังจัดอยู่ในกลุ่มที่มีประสิทธิภาพของการผลิตมากที่สุด เพราะยังมากกว่าประสิทธิภาพของจังหวัดอื่น ๆ จึงพูดได้ว่าในปี พ.ศ. 2514 มีบางจังหวัดที่มีค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากกว่าปี พ.ศ. 2510 และบางจังหวัดก็น้อยกว่า ดังนั้นจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1. ที่ว่าค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในแต่ละจังหวัดในช่วงที่เส้นทางรถยนต์แล้ว น่าจะมีค่ามากกว่าในช่วงเวลาก่อนหน้านี้

ผลที่ได้ครั้งนี้ จุดเด่นที่ตรงกันข้ามกับกลุ่มที่มีค่าประสิทธิภาพของการผลิตมากที่สุด คือกลุ่มที่มีค่าดัชนีต่ำ ได้แก่ จังหวัดชัยภูมิ, เลย, และมหาสารคาม คือในปี พ.ศ. 2510 จังหวัดชัยภูมิ และเลย อยู่ในกลุ่มปานกลาง ในปี พ.ศ. 2514 ตกไปอยู่ในกลุ่มน้อย และน้อยมาก ส่วนจังหวัดมหาสารคามจัดอยู่ในกลุ่มน้อย และน้อยมากในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 ตามลำดับ

จากผลดังกล่าวนี้ อาจให้เหตุผลได้ว่า เพราะปัจจัยที่มีความจำเป็นต่อประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ประกอบด้วย

1. ปัจจัยทางด้านกายภาพ (Physical) เช่น ลักษณะและคุณสมบัติของดิน ลักษณะของภูมิอากาศ ฯลฯ
2. ปัจจัยทางด้านสังคมเศรษฐกิจ (Socio-Economic) เช่นขนาดของการถือครองที่ดิน, ชนิดของการทำกิจกรรม ฯลฯ
3. ปัจจัยทางด้านการจัดการและวิธีการ (Technical-Organization) เช่นการปลูกพืชหมุนเวียน, การชลประทาน, การใช้เครื่องจักรกล ฯลฯ

ส่วนปัจจัยทางเส้นทางคมนาคมนั้น เป็นปัจจัยที่สนับสนุน ปัจจัยที่ 2 และที่ 3 อีกทีหนึ่ง จึงไม่ใช่ปัจจัยที่มีความจำเป็น โดยตรงต่อประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ดังนั้นอาจกล่าว

ไควว่า เส้นทางคมนาคมเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต ซึ่งต้องมีส่วนสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการผลิตแน่นอน แต่จะสัมพันธ์กันมากน้อยแค่ไหนนั้น จะไควกล่าวต่อไปในข้อ 2 สำหรับข้อนี้กล่าวไควว่า ในที่นี้การพัฒนาเส้นทางรถยนต์แล้วไม่จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพของการผลิตที่ควยเสมอไป

เหตุผลที่จะสนับสนุนกล่าวข้างต้น ที่ว่า ยังมีปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากกว่าเส้นทางรถยนต์คือ จากตัวเลขที่นำมาจัดกลุ่มที่มีลักษณะเด่น คือกลุ่มที่มีประสิทธิภาพมาก 3 จังหวัด คือ นครพนม, หนองคาย และสกลนคร กับกลุ่มที่มีประสิทธิภาพของการผลิตน้อย 3 จังหวัดคือ ชัยภูมิ, เลย, และมหาสารคาม พิจารณาในแง่กายภาพทางภูมิอากาศ จะเห็นความแตกต่างไควชัดเจน กลุ่มที่มีประสิทธิภาพน้อย อยู่ขอบตะวันตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือจังหวัดเลย และชัยภูมิ ส่วนจังหวัดมหาสารคามอยู่ในตำแหน่งใจกลางของภาค การกระจายของปริมาณน้ำฝน ซึ่งส่วนใหญ่มาจากอ่าวตังเกี๋ย และทะเลจีนใต้ทางตะวันออกเฉียงเหนือกว่าจังหวัดอื่น ๆ และมีความแตกต่างจากกลุ่มที่มีประสิทธิภาพมาก ที่ให้เหตุผลมาแล้วแต่ก่อน นอกจากนั้นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพมากยังมีแม่น้ำโขงไหลผ่าน จังหวัดสกลนครมีเขื่อนน้ำพุงสนับสนุน แม่จังหวัดเลยมีแม่น้ำโขงไหลผ่านบางส่วน แต่ภูมิประเทศของพื้นที่ในจังหวัดเป็นภูเขาส่วนใหญ่ ซึ่งแตกต่างจากแอ่งสกลนครมาก ดังนั้นควยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมด จึงสรุปไควว่า ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการส่งเสริมประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือน้ำ ส่วนเส้นทางรถยนต์จะเป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนที่จำเป็นมากอย่างหนึ่ง

จากข้อสรุปข้างบน การเพิ่มและลดความมีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ที่กล่าวมาไควจะจึงน่าจะมีความสัมพันธ์กับเขื่อนที่สร้างเสร็จถึง ปี พ.ศ. 2512 ดังนี้คือ

	จังหวัด	ความจุ(ล้าน.ม.) ³	เนื้อที่ชลประทาน(ไร่)
เขื่อนน้ำพุง	สกลนคร	150	—
เขื่อนอุบลรัตน์	ขอนแก่น	2,550	200,000
เขื่อนลำปาว	กาฬสินธุ์	1,340	338,000
เขื่อนลำพระเพลิง	นครราชสีมา	149	57,000
เขื่อนลำตะคอง	นครราชสีมา	310	210,000

จาก 4 จังหวัดที่มีเขื่อนสร้างเสร็จในปี พ.ศ. 2512 ดังกล่าว เมื่อไปพิจารณาการจัดกลุ่มตามดัชนีประสิทธิภาพที่คำนวณได้ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 จะเห็นว่า

ปี พ.ศ. 2510 กลุ่มมาก มีจังหวัด สกลนคร

กลุ่มปานกลาง มีจังหวัด กาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครราชสีมา

ปี พ.ศ. 2514 กลุ่มมาก มีจังหวัด สกลนคร กาฬสินธุ์ นครราชสีมา

กลุ่มปานกลางมีจังหวัด ขอนแก่น

จะเห็นว่า 1. ไม่มีจังหวัดใดจัดอยู่ในกลุ่มน้อยและน้อยที่สุด

2. ปี พ.ศ. 2514 กลุ่มมากมีจำนวนมากกว่าปี พ.ศ. 2510

ผลที่ได้จากข้อสังเกตในการศึกษารังนี้ เป็นสิ่งที่น่าสนใจมากในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำกับประสิทธิภาพของการผลิตทางการเกษตร ถ้าสามารถวัดปริมาณน้ำตามธรรมชาติ, น้ำจากเขื่อน, น้ำในแม่น้ำ และน้ำบาดาลได้ ก็น่าจะได้ศึกษาตัวแปรสำคัญต่อไป

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิต

การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของการที่จะทราบว่า ความหนาแน่นหรือระบบโครงข่ายของเส้นทางรถยนต์มีส่วนสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่หรือไม่ อย่างไร โดยนำค่าดัชนีของตัวแปรอิสระ คือความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับดัชนีของตัวแปรตาม คือประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ มาหาความสัมพันธ์ในเชิงสถิติ และในการศึกษารังนี้ใช้ค่าดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ทั้ง 2 ประเภท ดังปรากฏในบทที่ 4 ผลที่ออกมาจะเห็นว่า

ค่าดัชนีรวม $ATS(\beta + \gamma)$ กับดัชนี E_i ในปี พ.ศ. 2510 และปี 2514 มีค่า r เท่ากับ .5719 และ .5264 ตามลำดับ

ค่าดัชนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ กับดัชนี E_i ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 มีค่า r เท่ากับ .4838 และ .4222 ตามลำดับ

จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ หมายความว่าในจังหวัดที่มีความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มากจะมีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากกว่า ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 คือ

"ถ้าถือว่าปัจจัยที่จำเป็นต่อการประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่อย่างอื่นคงที่ จังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มากน่าจะมีค่าดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากกว่าจังหวัดที่มีค่าดัชนีรวมความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์น้อย"

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งหมด มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพียง 3 ค่า เท่านั้น ยกเว้นค่า r ในปี พ.ศ. 2514 ของดัชนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ ซึ่งเท่ากับ .4222 แสดงว่าค่า r ทั้ง 3 ค่าที่มีความเชื่อมั่นนั้น ตัวแปรอิสระสามารถทำนายตัวแปรตามได้ กล่าวคือ ถ้าจังหวัดใดมีความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มากจริงก็จะมีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากจริงด้วย ส่วนข้อมูลที่ให้ค่า r แต่ไม่มีนัยสำคัญที่เชื่อมั่นได้นั้น แสดงว่าข้อมูลชุดดังกล่าวไม่สามารถจะทำนายได้ว่า ตัวแปรตาม เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระจริง ทั้งนี้สาเหตุเพราะอาจจะเกิดจากความผิดพลาดจากข้อมูลประการหนึ่ง หรือจากเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณอีกประการหนึ่ง หรือ อาจจะเป็นจริงตามค่า r ที่เป็นผลออกมาได้ แต่ในที่นี้จะขอให้เหตุผล จาก เครื่องมือและข้อมูล กล่าวคือ

ถ้าสังเกตค่า r ที่ได้ผลออกมาจากค่าดัชนีรวมความหนาแน่น $ATS(\beta + \gamma)$ และ $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ นั้น ค่า r ที่ได้จาก $ATS(\beta + \gamma)$ มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จาก $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ ทั้ง 2 ปี แสดงว่าดัชนี $ATS(\beta + \gamma)$ ตรวจสอบความสัมพันธ์ได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่เชื่อมั่นได้ทั้ง 2 ปี เหตุผลที่จะอธิบายปัญหานี้ก็คือ ดัชนี $ATS(\beta + \gamma)$ ไม่ได้แปรค่าเพื่อถ่วงน้ำหนักของดัชนีชนิดต่าง ๆ เหมือนกับดัชนี $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ ทำให้ค่าดัชนีไม่ค่อยเคลื่อนจากความเป็นจริงมากนัก ส่วนดัชนี $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ นั้นต้องแปรค่าที่แท้จริงไปเป็นค่าคะแนนมาตรฐานที่กำหนดไว้อีกชุดหนึ่ง ซึ่งช่วงหนึ่งของค่าดัชนีที่แท้จริงอาจจะอิงไปเป็นคะแนนมาตรฐานอันเดียวกัน ทำให้ค่าเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้าง จากการทดสอบครั้งนี้ จึงมีความเชื่อมั่นในค่า r ของดัชนีรวม $ATS(\beta + \gamma)$ มากกว่า

สิ่งที่น่าสังเกตอีกอย่างหนึ่งขอค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือค่า r ในปี พ.ศ. 2514 จะน้อยกว่าปี พ.ศ. 2510 ทั้ง 2 คำนี แสดงว่ามีความแปรปรวนหรือผิดปกติในตัวแปรทั้งสองตามปกตินั้น เมื่อค่า r มีความสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญที่เชื่อมั่นได้ จังหวัดที่มีความ

หนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มากจะมีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากขึ้น แต่เมื่อค่าลดลง แสดงว่าค่าความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่อาจลดลงก็ได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาได้จากตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่ในที่นี้จะให้เหตุผลที่ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ดังนี้คือ

จากการอธิบายผลในข้อ 1 ว่าปัจจัยที่จำเป็นที่สุดในการส่งเสริมประสิทธิภาพของการผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ น้ำ แต่เส้นทางรถยนต์เป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุน และอาจจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่สำคัญกว่าเส้นทางรถยนต์อีกหลายอย่าง ซึ่งประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่จะแปรตามปัจจัยสำคัญเหล่านั้นมากกว่าเส้นทางรถยนต์ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือต้องแปรตามปริมาณของน้ำมากที่สุด ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษานี้มีช่วงห่างกันถึง 5 ปี ความเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือน้ำต้องมีไม่มากนัก โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่มองเห็นได้คือ เขื่อนเก็บน้ำ, เขื่อนผันน้ำ, อ่างเก็บน้ำ, ฝาย โครงการคันคูนน้ำ, และโครงการสูบน้ำช่วยเหลือเกษตรกร ตลอดจนแหล่งน้ำบาดาล แต่สิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติเป็นสำคัญ คือปริมาณน้ำฝน จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตรว่าปี พ.ศ. 2515 มีสภาะภูมิอากาศค่อนข้างแห้งแล้งทั่วไป ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรต่ำกว่าปี พ.ศ. 2516 ที่เพิ่งผ่านมานี้ ซึ่งได้ผลผลิตได้ทุกภาค แสดงว่าปี พ.ศ. 2515 ขาดน้ำ แต่ก็มีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ปี พ.ศ. 2514 ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2515 จึงให้เหตุผลได้ว่า ค่า r ของปี พ.ศ. 2514 ลดลงเพราะมีสภาพแวดล้อมที่จำเป็นผิดปกติเกี่ยวกับภูมิอากาศ แม้จากรายงานของกรมอุตุนิยม จะกล่าวว่าน้ำพายุฤดูแปรสัณฐานเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2515 หลายลูกด้วยกัน แต่สภาพโครงสร้างของดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่ได้ช่วยเก็บน้ำแต่อย่างใด โดยเฉพาะพืชไร่ที่ศึกษานี้อยู่ในที่ดอนทั้งสิ้น

ดังนั้นในข้อนี้จึงสรุปได้ว่า ความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่จริง โดยมีนัยสำคัญที่เชื่อมั่นในระดับ 95 % โดยมีค่าไม่มากนัก ประมาณ .40 - .50 หรือร้อยละ 16 - 25

ผู้วิจัยคิดว่าถ้าหากได้ผลผลิตพืชไร่หลาย ๆ ปีหลังจากที่เส้นทางได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว มาหาค่าประสิทธิภาพของการผลิตเฉลี่ย อาจจะมีค่าสหสัมพันธ์มากกว่านี้ก็ได้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของดัชนีแต่ละชนิดกับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

ในข้อที่ 2 เป็นการหาความสัมพันธ์ของดัชนีรวม ในข้อนี้แยกดัชนีแต่ละชนิดมาหาความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ โดยอาศัยความสัมพันธ์ในเชิงสถิติเช่นเดียวกัน แต่ดัชนีอัลฟาและมิวไม่สามารถให้ผลที่สมบูรณ์ จึงนำค่าดัชนีเบตา และแกมมา 2 ชนิดเท่านั้นมาหาความสัมพันธ์จากผลที่ได้จากบทที่ 4 ปรากฏว่า

ดัชนีเบตามีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ ในปี พ.ศ. 2510 และ 2514 โดยมีค่า r เท่ากับ .5401 และ .5373 ตามลำดับ

ดัชนีแกมมามีค่า r เท่ากับ .6151 และ .7993 ตามลำดับเช่นกัน

ทุกค่ามีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เหมือนกับข้อ 2. จึงไม่ขอกล่าว ดัชนีเบตา ในปี พ.ศ. 2514 มีค่า r น้อยกว่าปี พ.ศ. 2510 เหมือนกับข้อ 2 ไม่ขอกล่าวเช่นเดียวกัน

สิ่งสำคัญในการพิจารณาค่า r ที่อยู่ในข้อนี้ คือ ค่าดัชนีแกมมามีค่ามากกว่าดัชนีเบตา ทั้ง 2 ปี เหตุผลสำหรับการอธิบายปัญหานี้คือ เพราะว่า

1. ดัชนีเบตาเป็นอัตราส่วนระหว่าง จำนวนเส้นทางกับจำนวนศูนย์กลางที่เป็นอำเภอ ค่าดัชนีเบตาคงไม่ได้หมายความว่ามีความหมายจำนวนเส้นทางมาก เพราะอาจจะมีจำนวนศูนย์กลางน้อยก็ได้ ที่ทำให้ค่าดัชนีมากขึ้น

2. ดัชนีแกมมาเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนเส้นทางที่มีอยู่จริง กับจำนวนเส้นทางที่สามารถมีได้มากที่สุด ดังนั้นค่าดัชนีที่มากกว่าจะต้องมีเส้นทางจริง ๆ มากใกล้เคียงกับจำนวนสูงสุดด้วย

3. ในระบบพลาณาร์กราฟด้วยกันในขณะที่จำนวนศูนย์กลางเท่ากัน จำนวนเส้นทางเท่ากัน ค่าดัชนีแกมมาจะมีค่าน้อยกว่า ค่าดัชนีเบตา อันเป็นผลจากการคำนวณ ดังนั้นในขณะที่ค่าดัชนีเท่ากัน จำนวนเส้นทางของดัชนีแกมมาจะมีมากกว่าจำนวนเส้นทางของดัชนีเบตา

4. ในขณะที่จำนวนศูนย์กลางและจำนวนเส้นทาง เท่ากันในตำแหน่งจำนวนเต็มของตัวเลขต่าง ๆ ค่าดัชนีเบตาคงที่เท่าเดิม แต่ค่าดัชนีแกมมาเพิ่มขึ้น

5. ดังนั้นสรุปได้ว่า ค่าดัชนีแกมมาแสดงจำนวนเส้นทางที่เป็นจริงมากกว่า

ดังนั้นค่าดัชนีแกมมาจึงมีค่าที่ถูกต้องและตรงกับความเป็นจริงมากกว่าดัชนีเบตา และค่า r ที่ได้มาในปี พ.ศ. 2510 และ พ.ศ. 2514 ซึ่งมีค่า .6151 และ .7993 เป็นค่าสัมพันธสัมพันธ์ค่ามากที่สุดกว่าทุก ๆ ดัชนีที่ได้มา จึงน่าจะใช้ได้และมีความหมายที่สุด

ข้อสังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ ค่า r ที่ได้จากดัชนีแกมมานี้ในปี พ.ศ. 2514 สูงกว่าปี พ.ศ. 2510 ซึ่งตรงกันข้ามกับดัชนีเบตาและดัชนีรวมทั้งสองชนิด หมายความว่าอธิบายได้ว่า ถ้าเชื่อมั่นว่าดัชนีแกมมา แสดงความเป็นจริงของเส้นทางได้มากกว่าดัชนีอื่น ๆ แล้ว การเพิ่มขึ้นของเส้นทางในปี พ.ศ. 2514 จะคงทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่เพิ่มขึ้นกว่าจากผลพิจารณาอัตราการเพิ่มของดัชนีแกมมา กับอัตราการเพิ่มดัชนีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ มีความสอดคล้องกันมากในส่วนรวม คือจังหวัดที่มีเส้นทางเพิ่มมาก การเพิ่มดัชนีแกมมาก็มากด้วย จังหวัดที่มีดัชนีประสิทธิภาพของพืชไร่ลดลง การเพิ่มของเส้นทางถึงจะมีโดยพิจารณาดัชนีแกมมาก็เป็นจำนวนน้อยที่สุด จึงมีความเชื่อในที่ว่า ดัชนีแกมมาสามารถจะตรวจสอบความเป็นโครงตาข่ายได้ถูกต้องที่สุด

อนึ่งในการ หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยดัชนีเบตาและแกมมาจะให้ข้อเท็จจริงใกล้เคียงกว่าดัชนีรวม เพราะค่าดัชนีเบตาและแกมมาไม่ได้ถูกแปรค่าไปจากเดิม ตัวเลขที่ได้คำนวณมาเป็นดัชนีต่าง ๆ นั้นได้มาจาก ratio scale ซึ่งเชื่อถือได้ ดังนั้นค่า r ที่ได้มาจึงน่าจะถูกต้องกว่าค่า r ที่ได้จากดัชนีรวม

จึงสรุปได้ในขณะนี้ว่า ดัชนีเบตาจะมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ และมีความถูกต้องที่สุด

สรุปผลการ ศึกษา

ในขอบเขตของพื้นที่, ข้อจำกัดที่กำหนดขึ้น และจากการอธิบายผลที่กล่าวมา พอสรุปเป็นผลของการศึกษาได้ดังนี้

1. ใน พ.ศ. 2510 เส้นทางรถยนต์ซึ่งใช้ได้ทุกฤดูกาลที่เชื่อมสัมพันธ์ระหว่างอำเภอของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังมีน้อยมาก ส่วนใหญ่ความเป็นโครงตาข่ายจะอยู่ในระดับต่ำสุด คือ จะมีจำนวนเส้นทางเพียงเท่านั้น ที่เชื่อมระหว่าง 2 อำเภอ ซึ่งตรวจสอบได้

เฉพาะดัชนีเบตา และแกมมา

2. ปี พ.ศ. 2514 เส้นทางที่ใช้ไม่ได้ทุกฤดูกาลได้รับการปรับปรุงเป็นเส้นทางที่ใช้ได้ทุกฤดูกาล เพิ่มจำนวนมากขึ้น จนมีความแตกต่างจากปี พ.ศ. 2510 อย่างเห็นได้ชัดเจน ความเป็นโครงตาข่ายของเส้นทางรถยนต์ ในแต่ละจังหวัดมีความซับซ้อนเพิ่มมากกว่าปี พ.ศ. 2510 จนสามารถแสดงค่าดัชนีอัลฟา และมิวได้

3. ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ปี พ.ศ. 2514 ส่วนใหญ่จะมีประสิทธิภาพดีกว่าปี พ.ศ. 2510 แต่มีบางจังหวัดที่มีประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ลดลง แสดงว่าไม่จำเป็นเสมอไปว่าในช่วงที่มีเส้นทางรถยนต์แล้วจะต้องมีประสิทธิภาพของการผลิตเพิ่มขึ้นทุกจังหวัด

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ แสดงความหมายว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกทุกปี แต่ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้ไม่มากนัก และไม่จำเป็นว่าในปีที่มีเส้นทางรถยนต์แล้วจะต้องมีค่าสหสัมพันธ์มากกว่าปีก่อน ๆ

5. ดัชนีความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์แต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่มากกว่าดัชนีรวม และดัชนีแกมมา จะให้ค่าสหสัมพันธ์มากที่สุด

ข้อบกพร่องในการศึกษา

ในการศึกษาได้พบข้อบกพร่องดังต่อไปนี้

1. จำนวนเส้นทางรถยนต์ที่ใช้ในการวิจัย เป็นเส้นทางหลักที่เชื่อมพันธะระหว่างอำเภอ และใช้ได้ทุกฤดูกาลเท่านั้น แต่ลักษณะเป็นจริงในท้องที่แต่ละจังหวัดยังมีเส้นทางชนบทที่ใช้ไม่ได้ทุกฤดูกาลอยู่อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งเส้นทางเหล่านี้ก็มีผลต่อประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ การไม่นำเส้นทางย่อยในท้องถื่นมาพิจารณา อาจทำให้ค่าความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์เปลี่ยนแปลงไป ถ้าได้นำมาพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ที่ได้อาจดีกว่านี้

2. จำนวนอำเภอหรือศูนย์กลางที่นำมาคำนวณ ถือความถูกต้องในทางการเมืองหรือตามความเป็นจริงในทะเบียนท้องที่ ซึ่งบางอำเภอยังไม่มีเส้นทางรถยนต์ที่ใช้ได้ทุกฤดูกาลไปเชื่อมสัมพันธ์ จำนวนอำเภอเหล่านี้จะทำให้ค่าความเป็นโครงตาข่ายที่คำนวณได้เปลี่ยนแปลงไปด้วย

3. ข้อมูลประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลเพียงปีเดียวทำให้ความถูกต้องเฉพาะปีเท่านั้น แต่ผลของเส้นทางรถยนต์มีผลสะสมทุก ๆ ปีหลังจากเส้นทางเสร็จสมบูรณ์ ถ้าได้นำผลเฉลี่ยของประสิทธิภาพการผลิตพืชไร่หลาย ๆ ปีมาใช้น่าจะมีความหมายมากขึ้น

4. พืชไร่ 7 ชนิดที่นำมาใช้คำนวณไม่ใช่ว่าพืชไร่ที่มีทั้งหมดในแต่ละจังหวัด ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ที่คำนวณได้ จึงไม่ใช่ประสิทธิภาพของการผลิตทั้งหมดในจังหวัดนั้นๆ ถ้าได้นำมาพิจารณารวมทั้งหมด อาจจะทำได้หาความสัมพันธ์ขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคือ

จากการศึกษาได้พบสิ่งที่น่าสนใจเพื่อทำการศึกษาคงต่อไปนี้

1. ควรจะได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์กับประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ในชั้นรายละเอียด ระดับอำเภอ หรือระดับจังหวัด โดยพิจารณาเส้นทางทุกชนิด พืชทุกชนิด และใช้ศูนย์กลางในระดับที่ต่ำกว่าอำเภอ อาจจะเป็นตำบลหรือหมู่บ้าน

2. น่าจะได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเส้นทางรถยนต์ กับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ เช่น ขนาดของเมือง, ประชากร, ภูมิประเทศ ฯลฯ

3. ควรจะได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่ กับปัจจัยทางด้านกายภาพว่ามีความสัมพันธ์มากน้อยแค่ไหน.



บรรณานุกรม

กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ทำเนียบสถิติของอำเภอและตำบล 14 จังหวัด
ในเขต ร.พ.ช., 2510, 301 หน้า.

กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ทำเนียบท้องที่พุทธศักราช 2510

กรมทางหลวง แผนที่แสดงเส้นทางหลวงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาตรฐานส่วน 1 :
1,000,000 พ.ศ. 2510

กรมทางหลวง แผนที่แสดงเส้นทางหลวงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาตรฐานส่วน 1 :
1,000,000 พ.ศ. 2514.

กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถิติการปลูกพืชไร่และพืชผัก ปี 2511,
164 หน้า.

กองแผนงานและประเมินผล กรมส่งเสริมการเกษตร สถิติการปลูกพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2515, (โรเนียว)

จุฑา กฤษณามระ "การพัฒนาทรัพยากรที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" วารสารพัฒนาที่ดิน,
พ.ศ. 2516, หน้า 39 - 61. /

วินัย จตุทอง "ภาวะการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรในบริเวณลุ่มน้ำป่าสัก" ข่าวเศรษฐกิจ
การเกษตร, มี.ค. 2512, หน้า 7 - 9.

สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท สำนักงานนายกรัฐมนตรี งานเร่งรัดพัฒนาชนบท 2509 - 2513,
203 หน้า.

สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท. สำนักงานนายกรัฐมนตรี แผนที่หมู่บ้านและเส้นทางในจังหวัดต่าง ๆ
ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พิมพ์เขียว).

- Berry, Brian JL and Duane F. Marble, Spatial Analysis, Chapter 9, Prentice-Hall Inc, 1968, pp 239 - 249.
- ✓ Berry, Brian JL, "An Inductive Approach to the Regionalization of Economic Development" Essays on Geography and Economic Development, No. 62, University of Chicago Press, 1960.
- ansir ✓ Bhatia, Shyam S., "A New Measure of Agricultural Efficiency in Uttar Pradesh India" Economic Geography : July 1967, pp 244 - 260.
- Buck, John Loosing Land Utilization in China, (University of Nanking, 1937), Reproduce by The Council of Economic and Cultural Affairs, New York, 1956.
- ✓ Chari, Raghava S. "A New Approach to Rural Road Planning" Transport-Communications Monthly Review, Indian Roads Congress, New Delhi, January 1973, pp 5 - 13.
- Chorley, R and Haggett, P., Models in Geography, Chapter 15, London: Methuen Co, Ltd, 1967, pp 609 - 664.
- Clark, Colin and Haswell, Margaret, The Economics of Subsistence Agriculture, London, 1964, pp 51 - 52.
- Cole, J.P. and King C.A.M., Quantitative Geography, Chapter 13, John Wiley & Sons Ltd., 1970, pp 558 - 559.
- Ganguli, B.N. Trends of Agriculture and Populations in The Ganges Valley, London, 1938, pp 93 - 94.
- ✓ Garrison, W.L. and Marble, D. "Factor - Analytic Study of the Connectivity of the Transportation Network," Papers of Regional Science Association, Lund Congress, 1964 pp 231 - 39.
- Garrison, W.L. and Marble D. The Structure of Transportation Networks, U.S. Department of Commerce, Office of Technical Services, 1961, pp 60 - 62.
- ✓ Garrison, W.L. "Connectivity of the Interstate Highway System" Papers and Proceeding of Regional Science Association, 1960, pp 121 - 137.
- ✓ Gobindar Singh, Brig. "Road Communication and Socio-Economic Development in Eastern Region" Transport - Communication Monthly Review, Indian Roads Congress, New Delhi, November 1972, pp 9 - 13.
- Guyol, Nathaniel B; Energy in The Perspective of Geography, Prentice-Hall, Inc., 1971, 156 pp.

- Haggett, Peter; Locational Analysis in Human Geography Edward Arnold, Chapter 3 - 4, 1965, pp 61 - 107.
- Haggett, P. and Chorley, R.J. Network Analysis in Geography, London, Edward Arnold, 1969.
- Kansky, K.J., Structure of Transportation Network, Research Paper No. 84, University of Chicago, 1963.
- ✓ Kendall, M.G., "The Geographical Distribution of Crop Productivity in England" Journal of the Royal Statistical. Soc, Vol. 102, 1939, pp 21 - 48.
- ✓ Martinson, Tommy Lee, "Selected Changes in Agriculture Production and Economic Rent Along the Western Highway of Honduras" Dissertation Abstract International, 1970, Vol.31 : 1; Pgs. 1B - 454 B.
- ✓ Mukerji, A.B., Road Transportation Network Structure and Levels of Urbanization in Rajasthan " Transport-Communication Monthly Review, Indians Roads Congress, New Belhi, May 1973, pp 14 - 25.
- ✓ Shafi, M., "Measurement of Agricultural Efficiency in Uttar Pradesh" Economic Geography, Vol. 36, 1960, pp.296 - 305.
- ✓ Taaffe, Edward J. and Others, "Transport Expansion in Underdeveloped Countries: A Comparative Analysis" Geographical Review, : 53, 1963, pp 503 - 529.
- Taaffe, Edward J. and Gauthier, Howard L; Geography of Transportation, Prentice-Hall Inc, 1973, 226 pp.
- Yeates, Maurice H., An Introduction to Quantitative Analysis in Economic Geography, McGraw-Hill Book Company, New York, 1968, 182 pp.



จำนวนอำเภอที่เป็นตัวแทนของจำนวนศูนย์กลางในแต่ละจังหวัด ตามทำเนียบท้องที่ปี พ.ศ. 2510

กาฬสินธุ์ : 6 อำเภอ 1 กิ่ง = 7 ศูนย์กลาง

- | | | |
|--------------------|-----------------|---------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอกมลาไสย | 3. อำเภอกุฉินารายณ์ |
| 4. อำเภอท่าคันโท | 5. อำเภอยางตลาด | 6. อำเภอสหัสขันธ์ |
| 7. กิ่งอำเภอสมเด็จ | | |

ขอนแก่น : 11 อำเภอ, 1 กิ่ง = 12 ศูนย์กลาง

- | | | |
|----------------------|-----------------|--------------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอชนบท | 3. อำเภอภูเวียง |
| 4. อำเภอหนองเรือ | 5. อำเภอกระนวน | 6. อำเภอมัญจาคีรี |
| 7. อำเภอชุมแพ | 8. อำเภอบ้านไผ่ | 9. อำเภอพล |
| 10. อำเภอหนองสองห้อง | 11. อำเภอน้ำพอง | 12. กิ่งอำเภอศรีบุญเรือง |

ชัยภูมิ : 9 อำเภอ, 2 กิ่ง = 11 ศูนย์กลาง

- | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอคอนสาร | 3. อำเภอบ้านเขว้า |
| 4. อำเภอจัตุรัส | 5. อำเภอภูเขียว | 6. อำเภอคอนสวรรค์ |
| 7. อำเภอบำเหน็จณรงค์ | 8. อำเภอเกษตรสมบูรณ์ | 9. อำเภอแก่งค้อ |
| 10. กิ่งอำเภอหนองบัวแดง | 11. กิ่งอำเภอบ้านแท่น | |

นครพนม : 8 อำเภอ, 2 กิ่ง = 10 ศูนย์กลาง

- | | | |
|---------------------|------------------|--------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอนาแก | 3. อำเภอศรีสงคราม |
| 4. อำเภอท่าอุเทน | 5. อำเภอมุกดาหาร | 6. อำเภอบ้านแพง |
| 7. อำเภอธาตุพนม | 8. อำเภอดำชะอี | 9. กิ่งอำเภอปลาปาก |
| 10. กิ่งอำเภอคอนทาล | | |

นครราชสีมา : 18 อำเภอ = 18 ศูนย์กลาง

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอโนนไทย | 3. อำเภอพิมาย |
| 4. อำเภอครบุรี | 5. อำเภอโนนสูง | 6. อำเภอชุมพวง |

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| 7. อำเภอคง | 8. อำเภอห้วยแถลง | 9. อำเภอขามทะเลสอ |
| 10. อำเภอจักราช | 11. อำเภอบัวใหญ่ | 12. อำเภอสูงเนิน |
| 13. อำเภอโชคชัย | 14. อำเภอบักรังษี | 15. อำเภอสีคิ้ว |
| 16. อำเภอกำแพงแสน | 17. อำเภอประทาย | 18. อำเภอปากช่อง |

หนองคาย : 6 อำเภอ 1 กิ่ง = 7 ศูนย์กลาง

- | | | |
|----------------------|------------------|----------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอเซกา | 3. อำเภอเมือง |
| 4. อำเภอศรีเชียงใหม่ | 5. อำเภอโพนพิสัย | 6. อำเภอท่าบ่อ |
| 7. กิ่งอำเภอสังคม | | |

บุรีรัมย์ : 9 อำเภอ = 9 ศูนย์กลาง

- | | | |
|-----------------|--------------------|-------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอบ้านกรวด | 3. อำเภอกระสัง |
| 4. อำเภอพุทไธสง | 5. อำเภอลำทะเมนชัย | 6. อำเภอสำลย์มาศ |
| 7. อำเภอนางรอง | 8. อำเภอสตึก | 9. อำเภอประโคนชัย |

มหาสารคาม : 8 อำเภอ = 8 ศูนย์กลาง

- | | | |
|--------------------|------------------------|-----------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอบรบือ | 3. อำเภอนาเชือก |
| 4. อำเภอโกสุมพิสัย | 5. อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย | 6. อำเภอเขย่ง |
| 7. อำเภอกันทรวิชัย | 8. อำเภอวาปีปทุม | |

ร้อยเอ็ด : 10 อำเภอ 1 กิ่ง = 11 ศูนย์กลาง

- | | | |
|------------------------|----------------------|-------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอพนมไพร | 3. อำเภออาจสามารถ |
| 4. อำเภอเกษตรวิสัย | 5. อำเภอโพนทอง | 6. อำเภอพนมรัตต์ |
| 7. อำเภอจตุรพักตรพิมาน | 8. อำเภอเสลภูมิ | 9. อำเภอธวัชบุรี |
| 10. อำเภอสุวรรณภูมิ | 11. กิ่งอำเภอหนองพอก | |

เลย : 6 อำเภอ = 6 ศูนย์กลาง

- | | | |
|------------------|--------------------|------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอเชียงคาน | 3. อำเภอท่าลี่ |
| 4. อำเภอภูกระดึง | 5. อำเภอกันทรวิชัย | 6. อำเภอวังสะพุง |

ศรีสะเกษ : 8 อำเภอ = 8 ศูนย์กลาง

- | | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอขุขันธ์ | 3. อำเภอขุนหาญ |
| 4. อำเภอกันทรารมย์ | 5. อำเภอกันทรลักษ์ | 6. อำเภอราษีไศล |
| 7. อำเภอปรางค์กู่ | 8. อำเภออุทุมพรพิสัย | |

สกลนคร : 6 อำเภอ 2 กิ่ง = 8 ศูนย์กลาง

- | | | |
|-------------------|---------------------|-------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอวาริชภูมิ | 3. อำเภอวานรนิวาส |
| 4. อำเภอกุดชุมหะ | 5. อำเภออากาศอำนวย | 6. อำเภอกุดบาก |
| 7. อำเภอพรรณานิคม | 8. อำเภอสว่างแดนดิน | |

สุรินทร์ : 9 อำเภอ = 9 ศูนย์กลาง

- | | | |
|-------------------|------------------|------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอปราสาท | 3. อำเภอสังขะ |
| 4. อำเภอชุมพลบุรี | 5. อำเภอรัตนบุรี | 6. อำเภอจอมพระ |
| 7. อำเภอท่าตูม | 8. อำเภอสำโรงทาบ | 9. อำเภอศรีณรงค์ |

อุดรธานี : 8 อำเภอ 2 กิ่ง = 10 ศูนย์กลาง

- | | | |
|--------------------------|------------------|--------------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอกุมภวาปี | 3. อำเภอบ้านดุง |
| 4. อำเภอโนนสัง | 5. อำเภอหนองหาน | 6. อำเภอบ้านดือ |
| 7. อำเภอหนองบัวลำภู | 8. อำเภอเพ็ญ | 9. กิ่งอำเภอนากลาง |
| 10. กิ่งอำเภอศรีบุญเรือง | | |

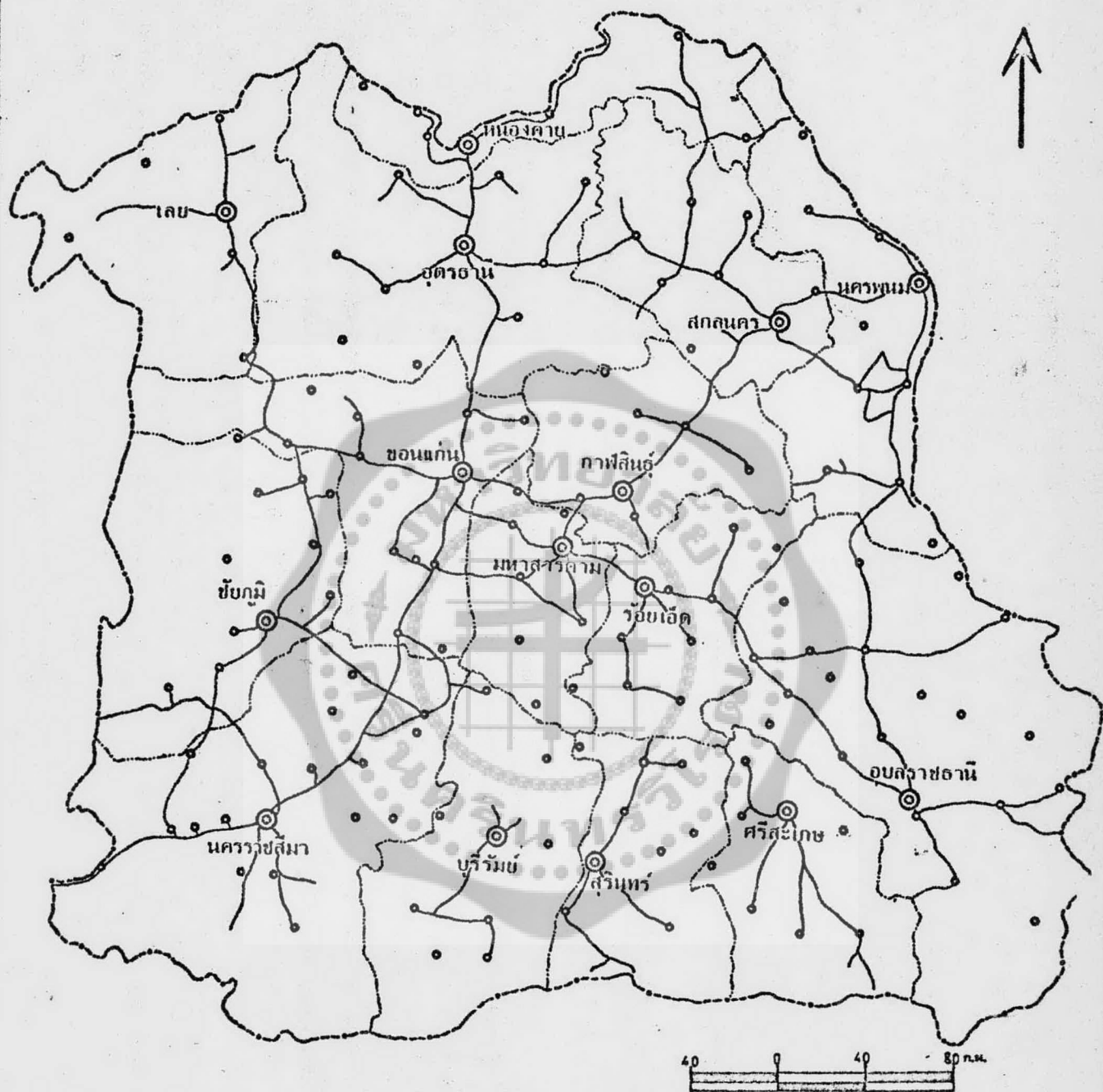
อุบลราชธานี : 19 อำเภอ 2 กิ่ง = 21 ศูนย์กลาง

- | | | |
|------------------|------------------|-----------------|
| 1. อำเภอเมือง | 2. อำเภอโขงเจียม | 3. อำเภอบ้านดำน |
| 4. อำเภอเขื่องใน | 5. อำเภอเขมราฐ | 6. อำเภอขามเฒ่า |

7. อำเภอเคชะภูมิ 8. อำเภอบุนทรวิทีก 9. อำเภอตระการพืชผล
 10. อำเภอพนา 11. อำเภอพิบูลมังสาหาร 12. อำเภอม่วงสามสิบ
 13. อำเภอวารินชำราบ 14. อำเภออำนาจเจริญ 15. กิ่งอำเภอห้วยตะพาน
 16. อำเภอกำแพงแสน 17. อำเภอมหาชนะชัย 18. อำเภอโยธยา
 19. อำเภอเสนา 20. อำเภออุทุมพรพิสัย 21. กิ่งอำเภอป่าติ้ว

หมายเหตุ : ตั้งแต่อำเภออันดับที่ 16 – 21 แยกเป็นจังหวัดยโสธร เมื่อ พ.ศ. 2514
 แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้แยกจังหวัด





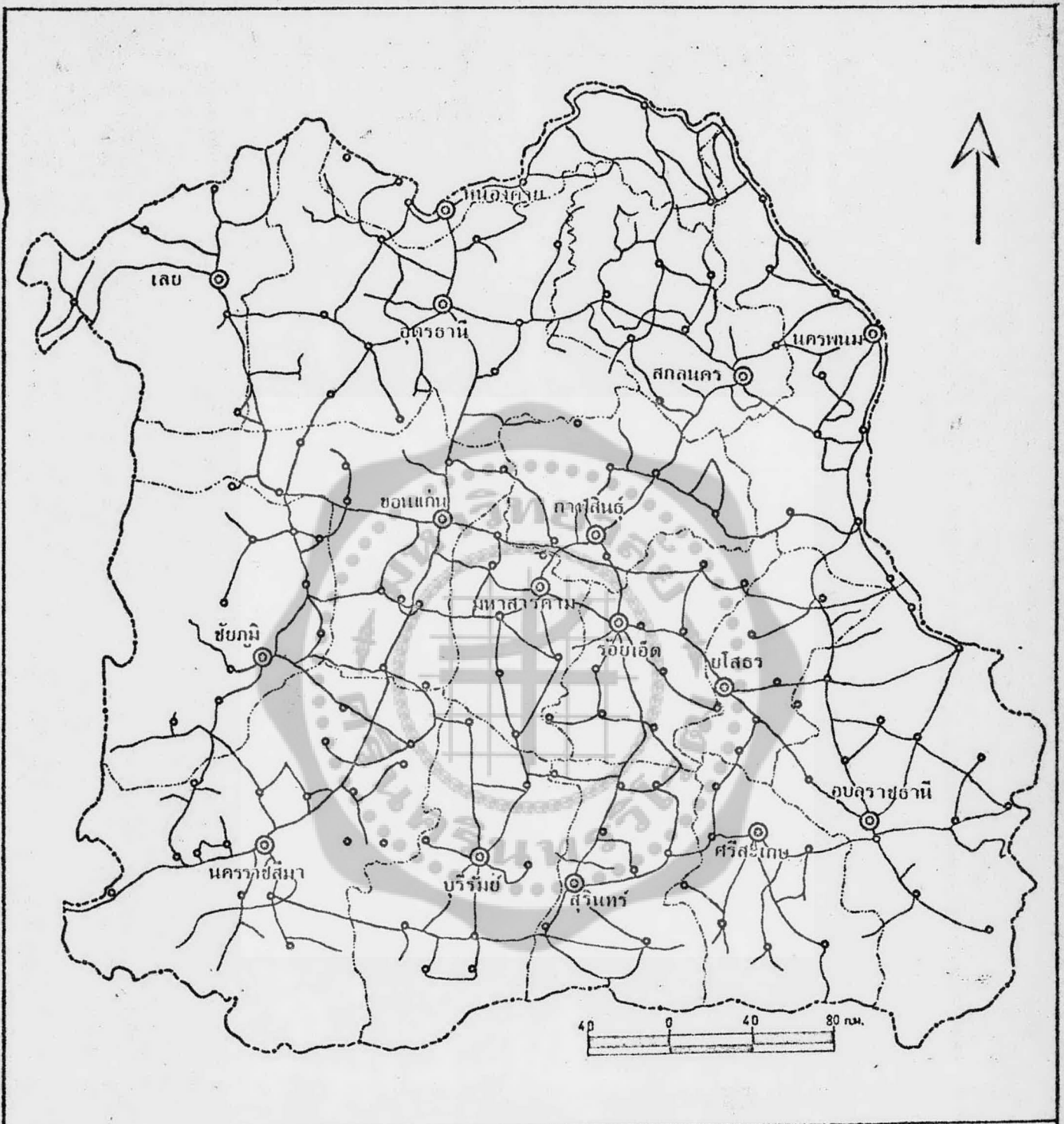
เส้นทางรถยนต์ใช้ไปทุกภาค

พ.ศ. 2510

◎ จังหวัด
• อำเภอ

— เส้นทาง

----- เขตจังหวัด
----- เขตภาค



เส้นทางรถยนต์ที่ใช้ได้ทุกฤดูกาล

พ.ศ. 2514

๑ จังหวัด

• อำเภอ

— เส้นทาง

----- เขตจังหวัด

----- เขตภาค

ตาราง 1 ผลรวมรวมของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ 7 ชนิด

พ.ศ. จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	
	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514
กาแฟ	56,283	372,131
ขอมแกน	258,903	302,983
ชัยภูมิ	269,231	336,903
นครพนม	61,815	195,295
นครราชสีมา	524,807	829,332
หนองคาย	42,457	50,933
บุรีรัมย์	107,915	370,058
มหาสารคาม	273,481	545,635
ร้อยเอ็ด	128,407	159,855
เลย	226,986	292,849
ศรีสะเกษ	289,188	308,442
สกลนคร	21,164	32,674
สุรินทร์	38,071	143,013
อุดรธานี	88,438	201,850
อุบลราชธานี	284,684	775,891

ตาราง 2 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดปี พ.ศ. 2510

จังหวัด	พื้นที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	พื้นที่ ผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่	ผลคูณพื้นที่ กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	2,828	707,000	250	95	5.02	476.90
2. ขอนแก่น	15,098	3,215,874	213	81	5.83	472.23
3. ชัยภูมิ	19,453	4,863,250	250	95	7.23	686.85
4. นครพนม	3,547	1,064,100	300	114	5.74	654.35
5. นครราชสีมา	271,053	72,913,257	269	102	51.65	5268.30
6. หนองคาย	9,706	2,659,444	274	104	22.86	2377.44
7. บุรีรัมย์	10,800	3,240,000	300	114	10.01	1140.00
8. มหาสารคาม	16,252	2,779,092	171	65	5.94	386.10
9. ร้อยเอ็ด	8,341	1,709,905	205	78	6.50	507.00
10. เลย	45,140	13,542,000	300	114	19.89	2267.46
11. ศรีสะเกษ	62,155	16,921,900	272	103	21.50	2214.50
12. สกลนคร	1,710	462,996	271	103	8.08	832.24
13. สุรินทร์	3,541	732,987	207	78	9.30	725.40
14. อุตรดิตถ์	8,892	1,689,480	190	72	10.05	723.60
15. อุบลราชธานี	9,625	2,405,260	250	95	3.38	321.10
รวม	488,141	128,906,545	264	—	—	—

ตาราง 3 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกแตงโมปี พ.ศ. 2510

ชนิดของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	คัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่	ผลคูณคัชนี กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	6,481	6,481,000	1,000	67	11.55	773.85
2. ขอนแก่น	13,122	15,930,108	1,214	81	5.08	411.48
3. ชัยภูมิ	4,188	4,764,526	1,157	77	1.56	120.13
4. นครพนม	6,320	15,800,000	2,500	167	10.23	1708.41
5. นครราชสีมา	11,877	15,974,565	1,245	90	2.26	203.40
6. นนทบุรี	1,995	4,241,370	2,126	142	4.71	668.82
7. บุรีรัมย์	29,550	32,120,850	1,087	72	27.38	1971.36
8. มหาสารคาม	19,103	23,114,630	1,210	81	6.98	565.38
9. ร้อยเอ็ด	16,012	32,024,000	2,000	133	12.48	1659.84
10. เลย	1,049	2,622,500	2,500	167	.46	76.82
11. ศรีสะเกษ	4,700	10,575,000	2,250	150	1.62	243.00
12. สกลนคร	13,738	28,314,018	2,061	137	64.91	8872.67
13. สุรินทร์	4,015	3,561,305	887	59	10.54	621.86
14. อุตรดิตถ์	5,319	7,978,500	1,500	100	6.02	602.00
15. อุบลราชธานี	5,529	11,058,000	2,000	133	1.94	258.02
รวม	142,998	214,560,372	1,500	—	—	—

ตาราง 4 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกถั่วลิสงปี พ.ศ. 2510

เทคนิคของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	ดัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่ ของพื้นที่	ผลคูณดัชนี เนื้อที่ กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	3,562	641,160	180	86	6.32	543.52
2. ขอนแก่น	8,046	1,601,154	199	95	3.12	295.45
3. ชัยภูมิ	19,860	4,423,780	223	107	7.38	788.59
4. นครพนม	3,063	612,600	200	96	4.95	475.20
5. นครราชสีมา	76,615	15,629,460	204	98	14.61	1431.78
6. หนองคาย	5,463	786,672	144	69	12.86	887.34
7. บุรีรัมย์	24,160	4,928,640	204	98	22.38	2193.24
8. มหาสารคาม	15,364	3,533,720	230	110	5.62	618.20
9. ร้อยเอ็ด	12,287	2,211,660	180	86	9.57	823.02
10. เลย	10,424	2,501,760	240	115	4.59	527.85
11. ศรีสะเกษ	7,246	1,739,040	240	115	2.51	288.65
12. สกลนคร	1,764	545,076	309	148	8.34	1232.84
13. สุรินทร์	10,439	1,941,654	186	89	27.43	2440.38
14. อุตรดิตถ์	3,088	432,320	140	67	3.49	233.83
15. อุบลราชธานี	3,165	569,700	180	86	1.12	96.32
รวม	201,446	42,098,396	209	—	—	—

ตาราง 5 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกปอแก้วปี พ.ศ. 2510

จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	ดัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่	ผลคูณดัชนี เนื้อที่ กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	37.654	9,413,500	250	119	66.90	7961.10
2. ขอนแก่น	202,689	47,429,226	234	111	78.28	8689.08
3. ชัยภูมิ	210,952	50,206,576	238	113	78.35	8853.55
4. นครพนม	34,886	10,465,800	300	143	56.43	8069.49
5. นครราชสีมา	50,570	10,215,140	202	96	9.63	924.48
6. หนองคาย	2,737	465,290	170	81	6.44	521.64
7. บุรีรัมย์	29,600	5,920,000	200	95	27.44	2606.80
8. มหาสารคาม	191,667	35,841,729	187	89	70.08	6237.12
9. ร้อยเอ็ด	78,350	15,670,000	200	95	61.01	5795.95
10. เลย	14,284	3,856,680	270	129	6.29	811.41
11. ศรีสะเกษ	210,124	42,024,800	200	95	72.66	6902.70
12. สกลนคร	331	114,195	345	164	1.56	255.84
13. สุรินทร์	16,776	3,741,048	223	106	44.06	4670.36
14. อุบลราชธานี	54,703	10,940,600	200	95	61.85	5875.75
15. อุบลราชธานี	257,780	46,400,400	180	86	90.56	7788.16
รวม	1,393,103	292,704,984	210	—	—	—

ตาราง 6 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกด้วยปี พ.ศ. 2510

ชนิดของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	คัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่ ของพื้นที่	ผลคูณคัชนี เนื้อที่ กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	3,635	483,455	133	74	6.45	477.30
2. ขอนแก่น	8,392	1,502,168	179	100	3.24	324.00
3. ชัยภูมิ	7,212	1,787,159	248	139	2.67	371.13
4. นครพนม	6,097	1,489,377	241	135	9.86	1331.10
5. นครราชสีมา	54,772	7,722,852	244	136	10.44	1419.84
6. หนองคาย	2,575	368,225	143	80	6.06	484.80
7. บุรีรัมย์	3,800	1,140,000	299	167	3.52	587.84
8. มหาสารคาม	4,704	540,960	115	64	1.72	110.08
9. ร้อยเอ็ด	4,223	717,910	170	95	3.29	312.55
10. เลย	147,587	28,473,160	193	108	65.02	7022.16
11. ศรีสะเกษ	726	140,050	193	108	.25	27.00
12. สกลนคร	3,033	255,339	84	47	14.33	673.51
13. สุรินทร์	401	89,022	222	124	1.05	130.20
14. อุตรดิตถ์	11,055	1,997,060	181	101	12.51	1263.51
15. อุบลราชธานี	4,561	456,100	100	56	1.60	89.60
รวม	262,773	47,162,837	179	—	—	—

ตาราง 7 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังปี พ.ศ. 2510

ชนิดของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	คัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่ ของพื้นที่	ผลคูณคัชนี กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	391	704,973	1,803	92	.69	63.48
2. ขอนแก่น	2,322	2,243,052	966	49	.89	43.61
3. ชัยภูมิ	3,841	3,772,040	989	50	1.43	71.50
4. นครพนม	738	1,476,000	2,000	102	1.19	121.38
5. นครราชสีมา	39,310	83,455,130	2,123	108	7.49	808.92
6. หนองคาย	345	727,260	2,108	107	.82	87.74
7. บุรีรัมย์	355	2,149,880	6,056	309	.33	101.97
8. มหาสารคาม	2,083	1,747,637	839	43	.76	32.68
9. ร้อยเอ็ด	391	625,600	1,600	86	.30	25.80
10. เลย	26	54,600	2,100	107	.02	2.14
11. ศรีสะเกษ	522	522,000	1,000	51	.18	9.18
12. สกลนคร	170	206,890	1,217	62	.81	50.22
13. สุรินทร์	282	357,576	1,268	65	.75	48.75
14. อุตรดิตถ์	4,482	10,577,520	2,360	120	5.06	607.20
15. อุบลราชธานี	529	793,500	1,500	76	.18	13.68
รวม	55,787	109,413,658	1,961	—	—	—

ตาราง 8 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกยาสูบปี พ.ศ. 2510

จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	กัญชี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่ ของพื้นที่	ผลคูณกัญชี กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	1,732	297,904	172	56	3.07	181.13
2. ขอนแก่น	9,234	2,724,030	295	96	3.56	341.76
3. ชัยภูมิ	3,725	767,350	206	67	1.38	92.46
4. นครพนม	7,164	12,382,208	172	56	11.60	649.60
5. นครราชสีมา	20,610	3,544,920	172	56	3.92	219.52
6. หนองคาย	19,636	8,207,848	418	137	46.25	6336.25
7. บุรีรัมย์	9,650	1,235,200	128	42	8.94	375.48
8. มหาสารคาม	24,308	4,278,208	176	58	8.90	516.20
9. ร้อยเอ็ด	8,803	1,708,872	194	63	6.85	431.55
10. เลย	8,476	1,186,640	140	46	3.73	171.58
11. ศรีสะเกษ	3,715	371,500	100	33	1.28	42.24
12. สกลนคร	418	118,294	283	92	1.97	181.24
13. สุรินทร์	2,017	463,209	177	58	6.87	398.46
14. อุตรดิตถ์	899	143,840	160	52	1.02	53.04
15. อุบลราชธานี	3,495	629,100	180	59	1.22	71.98
รวม	124,482	38,059,123	306	—	—	—

ตาราง 9 ผลรวมร้อยละของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่แต่ละชนิด ในแต่ละจังหวัด

ปี พ.ศ. 2510

ชนิดของพืช จังหวัด	ข้าว โพด	แตง โม	ถั่ว ลิสง	ปอ แก้ว	ฝ้าย	มันสำ- ปะหลัง	ยาสูบ	รวม
กาฬสินธุ์	5.02	11.55	6.32	66.90	6.45	.69	3.07	100
ขอนแก่น	5.83	5.08	3.12	78.28	3.24	.89	3.56	100
ชัยภูมิ	7.23	1.56	7.38	78.35	2.67	1.43	1.38	100
นครพนม	5.74	10.23	4.95	56.43	9.86	1.19	11.60	100
นครราชสีมา	51.65	2.26	14.61	9.63	10.44	7.49	3.92	100
นongคาย	22.86	4.71	12.86	6.44	6.06	.82	46.25	100
บุรีรัมย์	10.01	27.38	22.38	27.44	3.52	.33	8.94	100
มหาสารคาม	5.94	6.98	5.62	70.08	1.72	.76	8.90	100
ร้อยเอ็ด	6.50	12.48	9.57	61.01	3.29	.30	6.85	100
เลย	19.89	.46	4.59	6.29	65.02	.02	3.73	100
ศรีสะเกษ	21.50	1.62	2.51	72.66	.25	.18	1.28	100
สกลนคร	8.08	64.91	8.34	1.56	14.33	.81	1.97	100
สุรินทร์	9.30	10.54	27.43	44.06	1.05	.75	6.87	100
อุดรธานี	10.06	6.02	3.49	61.85	12.51	5.06	1.02	100
อุบลราชธานี	3.38	1.94	1.12	90.56	1.60	.18	1.22	100

ตาราง 10 ผลรวมของผลคูณผลผลิตต่อเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่แต่ละชนิดในแต่ละจังหวัด

ปี พ.ศ. 2510

จังหวัด \ ชนิดของพืช	ข้าว โพด	ยาง ไม้	ถั่ว ลิสง	ปอ แก้ว	ฝ้าย	มันสำ ปะหลัง	ยาสูบ	รวม
กาฬสินธุ์	476.90	773.85	543.52	7,961.10	477.30	63.48	181.13	10,477.28
ขอนแก่น	472.23	411.48	295.45	8,689.08	324.00	43.61	341.76	10,577.61
ชัยภูมิ	686.85	120.12	788.59	8,853.55	371.13	71.13	92.46	10,984.20
นครพนม	654.35	1,708.41	475.20	8,069.49	1,331.10	121.38	649.60	13,009.53
นครราชสีมา	5,268.30	203.40	1,431.78	924.48	1,419.84	808.92	219.52	10,276.24
หนองคาย	1,377.44	668.82	887.34	521.64	484.80	87.74	6336.25	11,364.03
บุรีรัมย์	1,140.00	1,971.36	2,193.24	2,606.80	587.84	101.97	375.48	8,976.69
มหาสารคาม	386.10	565.38	618.20	6,237.12	110.08	32.68	516.20	8,465.76
ร้อยเอ็ด	507.00	1,659.84	823.02	5,795.95	312.55	25.80	431.55	9,559.71
เลย	2,267.46	76.82	527.85	811.41	7,022.16	2.14	171.58	10,879.42
ศรีสะเกษ	2,214.50	243.00	288.65	6,902.70	27.00	9.18	42.24	9,727.27
สกลนคร	832.24	8,892.67	1,232.84	255.84	673.51	50.22	181.24	12,118.56
สุรินทร์	725.40	621.86	2,440.38	4,670.36	130.20	48.75	398.46	9,035.41
อุดรธานี	723.60	602.00	233.83	5,875.75	1,263.51	607.20	53.04	9,358.93
อุบลราชธานี	321.10	258.02	96.32	7,788.16	89.60	13.68	71.98	8,638.86

ตาราง 11 จำนวนศูนย์กลาง, เส้นทาง, คำนี อัลฟา, เบตา, มิว, แกมมา,
 คำนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ และประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่
 ปี พ.ศ. 2510

จังหวัด / คำนี	v	e	α	β	μ	γ	ATS	Ei
กาฬสินธุ์	7	5	-11.11	71.42	-1	33.33	35	104.77
ขอนแก่น	12	11	0	91.66	0	36.66	46	105.77
ชัยภูมิ	11	8	-11.76	72.22	-2	29.62	39	109.84
นครพนม	10	9	0	90.00	0	37.50	46	130.09
นครราชสีมา	18	13	-12.90	72.22	-4	27.08	39	102.76
หนองคาย	7	5	-11.11	71.42	-1	33.33	35	113.64
บุรีรัมย์	9	3	-38.46	33.33	-5	14.28	18	89.77
มหาสารคาม	8	6	-09.09	75.00	-1	33.33	46	84.66
ร้อยเอ็ด	11	7	-17.64	63.63	-3	25.92	28	95.60
เลย	6	4	-14.28	66.66	-1	33.33	35	108.79
ศรีสะเกษ	8	5	-18.18	62.50	-2	27.77	28	97.27
สกลนคร	8	6	-09.09	75.00	-1	33.33	46	121.18
สุรินทร์	9	5	-23.07	55.55	-3	23.80	28	90.35
อุบลราชธานี	10	8	-06.66	80.00	-1	33.33	46	93.59
อุบลราชธานี	21	13	-53.84	62.90	-7	22.80	28	86.39

ตาราง 12 การแปลค่าดัชนีโครงการขายเป็นดัชนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$
ปี พ.ศ. 2510

จังหวัด \ ดัชนี	อัลฟา	เบตา	มิว	แกมมา	ดัชนีรวม
กาฬสินธุ์	13	16	9	19	57
ขอนแก่น	13	27	9	19	68
ชัยภูมิ	13	27	9	12	61
นครพนม	13	27	9	19	68
นครราชสีมา	13	27	9	12	61
หนองคาย	13	16	9	19	57
บุรีรัมย์	13	11	9	7	40
มหาสารคาม	13	27	9	19	68
ร้อยเอ็ด	13	16	9	12	50
เลย	13	16	9	19	57
ศรีสะเกษ	23	16	9	12	50
สกลนคร	13	27	9	19	68
สุรินทร์	13	16	9	12	50
อุดรธานี	13	27	9	19	68
อุบลราชธานี	13	16	9	12	50

ตาราง 13 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพด ปี พ.ศ. 2514

จังหวัด	ชนิดของพืช เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	ดัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่ ของพืช	ผลคูณดัชนี เนื้อที่ กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	1,329	358,830	270	87	.36	31.32
2. ขอนแก่น	10,481	2,358,225	225	73	3.46	252.58
3. ชัยภูมิ	34,170	6,663,150	195	63	10.14	638.82
4. นครพนม	1,178	297,000	250	81	.61	49.41
5. นครราชสีมา	360,944	108,283,200	300	97	43.52	4,221.44
6. หนองคาย	2,246	613,158	273	88	4.72	388.96
7. บุรีรัมย์	23,995	5,518,850	230	74	6.48	479.52
8. มหาสารคาม	1,048	157,200	150	48	.19	9.12
9. ร้อยเอ็ด	3,208	477,440	180	58	2.01	116.58
10. เลย	98,243	14,736,450	150	48	33.55	1,610.40
11. ศรีสะเกษ	114,062	57,031,000	500	161	36.98	5,953.78
12. สกลนคร	2,000	560,000	280	90	6.12	550.80
13. สุรินทร์	1,789	578,480	320	103	1.25	128.75
14. อุตรดิตถ์	24,929	6,895,668	279	90	12.35	1,111.50
15. อุบลราชธานี	30,822	15,373,260	499	161	3.97	639.17
รวม	710,444	219,995,911	310	—	—	—

ตาราง 14 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกแตงโม ปี พ.ศ. 2514

จังหวัด	ชนิดของพืช	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	พื้นที่ ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่	ผลคูณพื้นที่ กบพื้นที่
1.	กาฬสินธุ์	3,976	4,572,400	1,150	56	1.07	59.92
2.	ขอนแก่น	2,712	3,091,680	1,140	56	.89	49.80
3.	ชัยภูมิ	867	1,040,400	1,200	59	.26	15.34
4.	นครพนม	2,494	3,741,000	1,500	73	1.28	93.44
5.	นครราชสีมา	5,245	5,071,915	967	47	.63	29.61
6.	หนองคาย	2,076	2,283,600	1,100	54	4.07	219.78
7.	บุรีรัมย์	9,977	11,972,400	1,200	59	2.75	159.30
8.	มหาสารคาม	6,840	10,260,000	1,500	73	1.25	91.25
9.	ร้อยเอ็ด	26,929	107,716,000	4,000	196	16.84	3,300.64
10.	เลย	1,978	3,362,600	1,700	83	.67	55.61
11.	ศรีสะเกษ	1,187	2,615,633	1,759	86	.48	41.28
12.	สกลนคร	4,703	11,757,500	2,500	122	14.39	1,755.58
13.	สุรินทร์	3,400	9,010,000	2,650	130	2.38	309.40
14.	อุดรธานี	2,540	3,784,600	1,490	73	1.26	91.98
15.	อุบลราชธานี	45,184	65,709,250	1,454	71	5.82	413.22
รวม		120,408	245,988,978	2,043	—	—	—

ตาราง 15 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกถั่วลิสง ปี พ.ศ. 2514

ชนิดของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	พื้นที่ ผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่	ผลคูณพื้นที่ กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	3,843	1,018,395	265	134	1.03	138.02
2. ขอนแก่น	3,920	764,400	195	98	1.29	126.42
3. ชัยภูมิ	5,713	859,650	150	76	1.69	128.44
4. นครพนม	3,580	841,300	235	119	1.83	217.77
5. นครราชสีมา	88,440	16,361,400	185	93	10.66	991.38
6. หนองคาย	4,131	908,820	200	101	8.11	819.11
7. บุรีรัมย์	34,445	7,233,450	210	106	9.31	986.86
8. มหาสารคาม	6,354	953,100	150	76	1.16	88.16
9. ร้อยเอ็ด	9,221	1,659,780	180	91	5.77	525.07
10. เลย	4,771	715,650	150	76	1.63	123.88
11. ศรีสะเกษ	7,849	1,569,800	200	101	2.54	256.54
12. สกลนคร	6,642	1,826,550	275	139	20.33	2825.87
13. สุรินทร์	7,861	2,358,300	300	151	5.50	830.50
14. อุตรดิตถ์	6,442	1,095,140	170	86	3.19	274.34
15. อุบลราชธานี	12,746	2,598,090	204	103	1.65	169.95
รวม	205,958	40,763,825	198	—	—	—

ตาราง 16 ผลผลิตและผลคูณต่อพื้นที่เพาะปลูกปอแก้วปี พ.ศ. 2514

ชนิดของพืช จังหวัด	พื้นที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	ดัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่ ของพื้นที่	ผลคูณดัชนี พื้นที่ กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	285,872	6,289,184	220	125	76.82	9,602.50
2. ขอนแก่น	266,084	52,684,632	198	112	87.82	9,602.50
3. ชัยภูมิ	279,864	46,177,560	165	94	83.07	7,808.58
4. นครพนม	66,424	1,660,600	250	142	34.02	4,830.84
5. นครราชสีมา	301,972	69,453,560	230	131	36.42	4,771.02
6. หนองคาย	12,135	2,912,400	240	136	23.82	3,239.52
7. บุรีรัมย์	259,093	67,871,886	262	149	70.01	10,431.49
8. มหาสารคาม	518,185	77,727,750	150	85	94.97	8,072.45
9. ร้อยเอ็ด	106,861	1,372,200	200	114	66.85	7,620.90
10. เลย	78,579	13,751,325	175	99	26.83	2,656.17
11. ศรีสะเกษ	180,669	36,133,800	200	114	58.57	6,676.98
12. สกลนคร	6,134	2,601,480	420	239	18.96	4,531.44
13. สุรินทร์	120,099	30,024,750	250	142	83.98	11,925.16
14. อุตรดิตถ์	132,115	24,069,735	189	107	65.45	7,003.15
15. อุบลราชธานี	665,258	143,755,450	216	123	85.74	10,546.02
รวม	3,279,364	577,386,312	176	—	—	—

ตาราง 17 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกฝ้าย ปี พ.ศ. 2514

เทคนิคของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	คัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่ ปลูก	ผลคูณคัชนี เนื้อที่ ปลูก
1. กาฬสินธุ์	2,706	471,623	174	137	.73	100.01
2. ขอนแก่น	3,946	512,980	130	102	1.31	133.62
3. ชัยภูมิ	8,550	1,203,250	141	111	2.54	281.94
4. นครพนม	9,342	2,238,760	240	189	4.78	903.42
5. นครราชสีมา	47,706	8,566,272	180	142	5.75	816.50
6. หนองคาย	4,337	724,660	167	131	8.52	1,116.12
7. บุรีรัมย์	1,017	202,670	199	157	.27	42.39
8. มหาสารคาม	1,776	83,800	50	39	.32	12.48
9. ร้อยเอ็ด	4,472	771,270	172	135	2.80	378.00
10. เลย	103,256	9,289,340	90	71	35.26	2,503.46
11. ศรีสะเกษ	1,270	379,500	299	235	.42	98.70
12. สกลนคร	7,670	1,024,180	134	105	23.47	2,464.35
13. สุรินทร์	—	—	—	—	—	—
14. อุตรดิตถ์	12,443	1,117,538	90	71	6.16	437.36
15. อุบลราชธานี	4,096	307,800	75	59	.53	31.27
รวม	212,587	26,898,653	127	—	—	—

ตาราง 18 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังปี พ.ศ. 2514

เทคนิคของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	คัชนี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่	ผลคูณคัชนี กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	70,857	177,142,500	2,500	94	19.04	1,789.76
2. ขอนแก่น	13,155	23,679,000	1,800	68	4.34	295.12
3. ชัยภูมิ	7,267	14,534,000	2,000	75	2.16	162.00
4. นครพนม	48,991	122,477,500	2,500	94	25.08	2,357.52
5. นครราชสีมา	21,537	42,212,520	1,960	74	2.60	192.40
6. หนองคาย	19,818	76,299,300	3,850	145	38.91	5,641.95
7. บุรีรัมย์	37,647	131,764,500	3,500	131	10.17	1,332.27
8. มหาสารคาม	5,403	13,507,500	2,500	94	1.00	94.00
9. ร้อยเอ็ด	3,276	9,828,000	3,000	113	2.05	231.65
10. เลย	2,254	5,184,200	2,300	86	.77	66.22
11. ศรีสะเกษ	410	500,200	1,220	46	.14	6.44
12. สกลนคร	5,139	22,097,700	4,300	161	15.73	2,522.53
13. สุรินทร์	119	57,953	487	18	.08	1.44
14. อุตรดิตถ์	22,086	56,385,558	2,553	96	10.95	1,051.20
15. อุบลราชธานี	8,568	13,668,900	1,595	70	1.10	77.00
รวม	266,527	709,339,331	2,661	—	—	—

ตาราง 19 ผลผลิตและผลคูณต่อเนื้อที่เพาะปลูกยาสูบปี พ.ศ. 2514

ชนิดของพืช จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	ผลผลิต (ก.ก.)	ผลเฉลี่ย (ก.ก./ไร่)	คัตชี ผลผลิต	ร้อยละ ของพื้นที่	ผลคูณคัตชี กับพื้นที่
1. กาฬสินธุ์	3,548	443,500	125	43	.95	40.85
2. ขอนแก่น	2,685	284,610	106	36	.89	32.04
3. ชัยภูมิ	472	47,200	100	34	.14	4.76
4. นครพนม	63,286	24,365,110	385	131	32.40	4,244.40
5. นครราชสีมา	3,488	420,024	123	42	.42	17.64
6. หนองคาย	6,100	4,023,500	650	222	12.15	2,697.30
7. บุรีรัมย์	3,924	400,248	102	35	1.06	37.10
8. มหาสารคาม	6,029	904,350	150	50	1.11	56.61
9. ร้อยเอ็ด	5,888	588,800	100	34	3.68	125.12
10. เลย	3,768	376,800	100	34	1.29	43.86
11. ศรีสะเกษ	2,695	309,915	115	39	.87	33.93
12. สกลนคร	326	117,360	360	123	1.00	123.00
13. สุรินทร์	9,745	1,461,750	150	51	6.81	347.31
14. อุตรดิตถ์	1,205	143,745	111	38	.64	24.32
15. อุบลราชธานี	9,217	2,038,500	221	75	1.19	89.25
รวม	122,556	35,934,412	293	—	—	—

ตาราง 20 ผลรวมร้อยละของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่แต่ละชนิด แต่ละจังหวัด

ปี พ.ศ. 2514

จังหวัด \ ๓๓๓๓๓๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓- ๓๓๓๓	๓๓๓๓	๓๓๓
๓๓๓๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓	๓๓๓- ๓๓๓๓	๓๓๓๓	๓๓๓
๓๓๓๓๓๓	.36	1.07	1.03	76.82	.73	19.04	.95	100
๓๓๓๓๓	3.46	.89	1.29	87.82	1.31	4.34	.89	100
๓๓๓๓๓	10.14	.26	1.69	83.07	2.54	2.16	.14	100
๓๓๓๓๓	.61	1.28	1.83	34.02	4.78	25.08	32.40	100
๓๓๓ ๓๓๓๓๓	43.53	.63	10.66	36.42	5.75	2.60	.42	100
๓๓๓๓๓	4.42	4.07	8.11	23.82	8.52	38.91	12.18	100
๓๓๓๓๓	6.48	2.70	9.31	70.01	.27	10.17	1.06	100
๓๓๓๓๓๓๓	.13	1.25	1.16	94.97	.32	1.00	1.11	100
๓๓๓๓๓๓	2.01	16.84	5.77	66.85	2.80	2.05	3.68	100
๓๓๓	33.55	.67	1.63	26.83	35.26	.77	1.29	100
๓๓๓ ๓๓๓๓	36.98	.48	2.54	58.57	.42	.14	.87	100
๓๓๓๓๓	6.12	14.39	20.33	18.96	23.47	15.73	1.00	100
๓๓๓๓๓	1.25	2.38	5.50	83.98	—	.08	6.81	100
๓๓๓๓๓	12.35	1.26	3.19	65.45	6.16	10.95	.64	100
๓๓๓๓๓๓๓	3.97	5.82	1.65	85.74	.53	1.10	1.19	100

ตาราง 21 ผลรวมของผลคูณผลผลิตต่อเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่แต่ละชนิดในแต่ละจังหวัด

ปี พ.ศ. 2514

จังหวัด \ ชนิดของพืช	ข้าว โพก	แตง โม	ถั่ว ลิสง	ปอ แก้ว	ฝ้าย	มันสำ- ปะหลัง	ยาสูบ	รวม
กาฬสินธุ์	31.32	59.92	138.02	9,602.50	100.01	1,789.76	40.85	11,762.38
ขอนแก่น	252.58	49.84	126.42	9,835.84	133.62	295.12	32.04	10,725.46
ชัยภูมิ	638.82	15.34	128.44	7,808.58	281.94	162.00	4.76	9,039.88
นครพนม	49.41	93.44	217.77	4,830.84	903.42	2,357.52	4,244.40	12,696.80
นครราชสีมา	4,221.44	29.61	991.38	4,771.02	816.50	192.40	17.64	11,039.99
หนองคาย	388.96	219.78	819.11	3,239.52	1,116.12	5,641.95	2,697.30	14,122.74
บุรีรัมย์	479.52	159.30	985.86	10,431.49	42.39	1,332.27	37.10	13,468.93
มหาสารคาม	9.12	91.25	88.16	8,072.45	12.48	94.00	56.61	8,424.07
ร้อยเอ็ด	116.58	3,300.64	525.07	7,620.90	378.00	231.65	125.12	12,297.96
เลย	1,610.40	55.61	123.88	2,656.17	2,503.46	66.22	43.86	7,059.60
ศรีสะเกษ	5,953.78	41.28	256.54	6,676.98	98.70	6.44	33.93	13,047.65
สกลนคร	550.80	1,755.58	2,825.87	4,531.44	2,464.35	2,532.53	123.00	14,733.57
สุรินทร์	128.75	309.40	830.50	11,925.16	-	1.44	347.31	13,542.56
อุดรธานี	1,111.50	91.98	274.34	7,003.15	437.36	1,051.20	24.32	9,993.85
อุบลราชธานี	639.17	413.22	169.95	10,546.02	31.27	77.00	89.25	11,965.86

ตาราง 22 จำนวนศูนย์กลาง เส้นทาง คำนวณอัลฟา เบตา มิว แกมมา

คำนวณรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$ และประสิทธิภาพของการผลิตพืชไร่

ปี พ.ศ. 2514

จังหวัด / คำนวณ	v	e	α	β	μ	γ	ATS	Ei
กาฬสินธุ์	7	9	33.33	128.57	3	60.00	50	117.62
ขอนแก่น	12	15	21.05	125.00	4	50.00	52	107.25
ชัยภูมิ	11	11	05.88	100.00	1	40.77	40	90.40
นครพนม	10	15	40.00	150.00	6	62.50	70	126.97
นครราชสีมา	18	21	12.90	116.66	4	43.75	46	110.40
หนองคาย	7	7	11.11	100.00	1	46.66	40	133.23
บุรีรัมย์	9	12	30.76	133.33	4	57.14	60	134.69
มหาสารคาม	8	10	27.27	125.00	3	55.55	60	84.24
ร้อยเอ็ด	11	14	23.52	127.27	4	51.85	51	122.98
เลย	6	5	0	83.33	0	41.66	40	70.60
ศรีสะเกษ	8	8	09.09	100.00	1	44.44	40	130.48
สกลนคร	8	15	72.72	187.50	8	83.33	100	147.84
สุรินทร์	9	11	23.07	122.22	3	52.38	51	135.43
อุดรธานี	10	12	20.00	120.00	3	50.00	51	99.94
อุบลราชธานี	21	25	13.51	119.04	5	43.85	51	119.66

ตาราง 23. การแปลค่าดัชนีโครงตาข่ายเป็นดัชนีรวม $ATS(\alpha + \beta + \mu + \gamma)$
ปี พ.ศ. 2514

ดัชนี จังหวัด	อัลฟา	เบตา	มิว	แกมมา	ดัชนีรวม
กาฬสินธุ์	17	16	15	12	60
ขอนแก่น	13	16	15	7	52
ชัยภูมิ	13	11	9	7	40
นครพนม	17	16	25	12	70
นครราชสีมา	13	11	15	7	46
หนองคาย	13	11	9	7	40
บุรีรัมย์	17	16	15	12	60
มหาสารคาม	17	16	15	12	60
ร้อยเอ็ด	13	16	15	7	51
เลย	13	11	9	7	40
ศรีสะเกษ	13	11	9	7	40
สกลนคร	29	27	25	19	100
สุรินทร์	13	16	15	7	51
อุดรธานี	13	16	15	7	51
อุบลราชธานี	13	16	15	7	51

ประวัติย่อของผู้เขียน

ชื่อ กวี วรกวิน

วันเกิด 16 กรกฎาคม 24๘๐

สถานที่เกิด หมู่ที่ 1 ต. สามร้อยยอด อ. ปราณบุรี จ. ประจวบคีรีขันธ์

การศึกษา ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านวังยาว อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
พ.ศ. 2497 – 2503
มัธยมศึกษา โรงเรียนเมืองปราณบุรี อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
พ.ศ. 2504 – 2506
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ.) วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
กรุงเทพฯ พ.ศ. 2507 – 2508
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง (ป.กศ.สูง) วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
กรุงเทพฯ พ.ศ. 2509 – 2510
ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2513 – 2514
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
กรุงเทพฯ พ.ศ. 2515 – 2516

การทำงาน ครู โรงเรียนไทรวิเศษศึกษา กรุงเทพฯ พ.ศ. 2511 – 2512
อาจารย์วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร พ.ศ. 2517 –