

Solving a multi-stage multi-objective location problem (MMLP): a case study in a bagasse ethanol plant in northeastern Thailand

ນັກອະພາບ ນັນທສ່າມເຮິງ (*Natthapong Nantha Samroeng*)¹⁴
ຮະຫືກັນທີ ປຶກຄະໂໄສ (*Rapeepan Pitakaso*)¹⁵

บทคัดย่อ

Abstract

The aim of this study was to find out locations for ethanol plants which utilize bagasse from the sugar industries in northeastern Thailand as raw material. Three objectives were determined in this study including economic, environmental and social objectives. This study was delineated as a multi-stage location problem. Firstly, bagasse was delivered from a sugar mill to the ethanol plant, then ethanol was transported to a blending centre and mixed to be gasohol (E10) for vehicles. From the computational results, the weighting factor in each objective function significantly affects both the number of opened ethanol plants and objective value. Moreover, the study results show that Kumpawapee sugar mill at Udonthani was a potential ethanol plant due to its 93.33% opening rate, while changing weight factors in 15 cases.

คำสำคัญ: ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้ง, โรงงานผลิตเอทานอลจากชานอ้อย, การตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์
Keywords: Location allocation problem, bagasse ethanol plant, multiobjective optimization

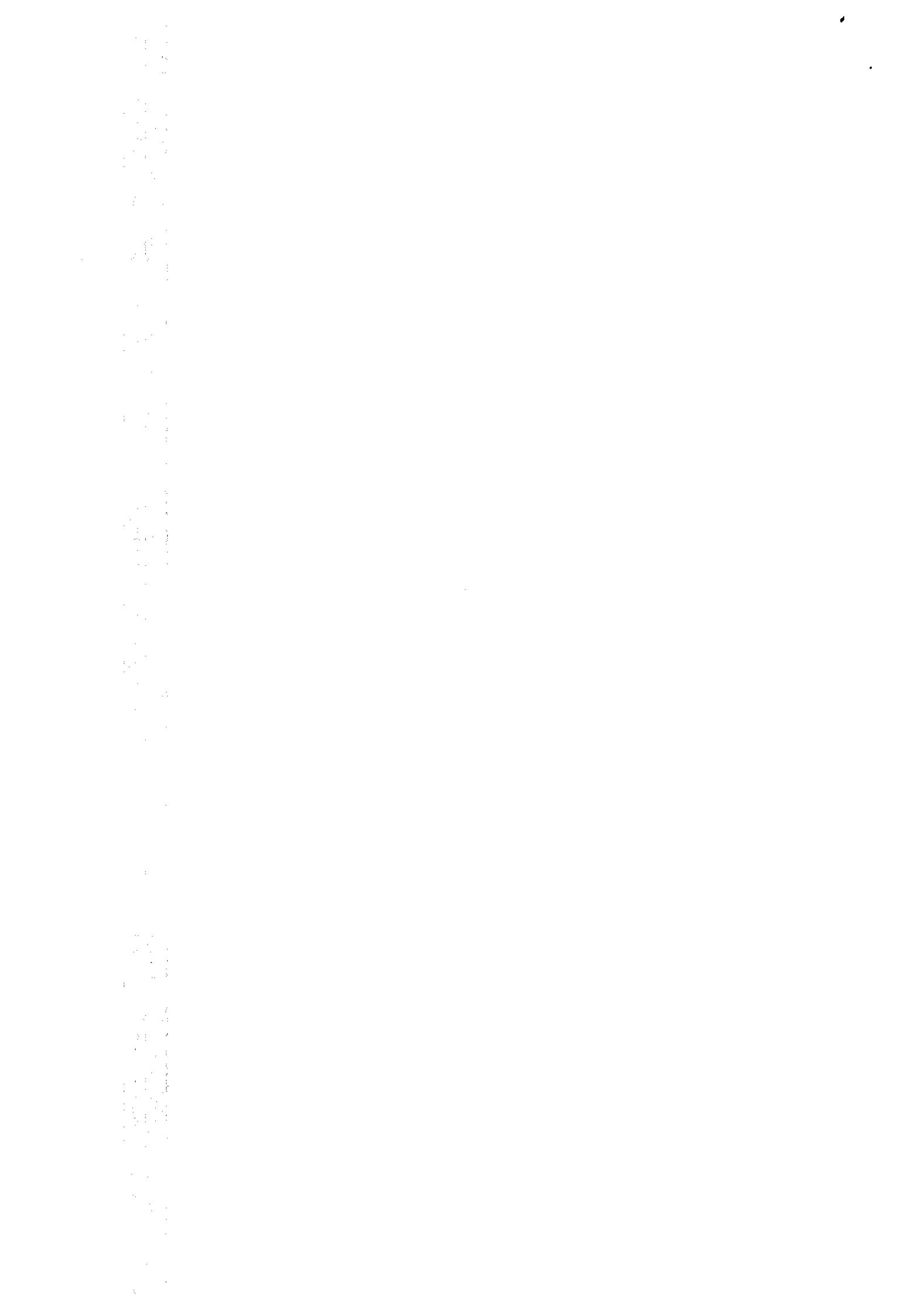
Keywords: Location allocation problem, bagasse ethanol plant, multiobjective optimization

¹ อาจเรียก สำนักเทคโนโลยีการจัดการอุดหนุนภารกิจ คือจะเก็บเงินในเบี้ยอุดหนุนภารกิจ นำหัววิถีอัชญาติราชภัฏอุดหนุนภารกิจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กอวิชัยวิจิตรธรรมเดช รองศาสตราจารย์ พงษ์สินธุ์วัฒนา

* corresponding author, e-mail: apnutha@yahoo.com

Corresponding author, e-mail: nnanthus@yahoo.com



บทนำ

วิกฤตด้านพลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ มันแต่ร้าวคนี้มันคืบในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้นโดยไม่มีที่ท่าว่าจะลดลงซึ่งมาตรการหนึ่งที่หลักประกันให้กับการหาพลังงานทดแทนมาใช้และรูปแบบหนึ่งของพลังงานทดแทนที่นิยมใช้ก็คือการใช้อุปกรณ์ผลิตน้ำมันแก๊สโซเชลหรือที่เรียกว่า 'น้ำมันแก๊สโซเชลน้ำมัน'

จากข้อมูลการใช้น้ำมันแก๊สโซเชลภายในประเทศซึ่งเพิ่งสูงขึ้นตลอดเวลา แสดงให้เห็นแนวโน้มการขาดแคลนของอุปกรณ์ที่ผลิตให้กับภายในประเทศ ดังนี้รัฐบาลได้พยายามลดการส่งเสริมการลงทุน (Board of Investment; BOI) ซึ่งได้ส่งเสริมให้มีการสร้างโรงงานอุปกรณ์เพิ่มขึ้นในทุกภูมิภาคในประเทศไทยซึ่งพบว่ามีโรงงานอุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตให้เปิดดำเนินการทั้งในระยะที่หนึ่ง และระยะที่สองอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือถึง 13 โรงงานจากทั้งหมด 24 โรงงาน และจะมีการดำเนินการผลิตรวมกันกว่า 2.4 ล้านลิตรต่อวัน หรือคิดเป็น 62% ของกำลังการผลิตทั้งประเทศ (กระทรวงพลังงาน, 2550)

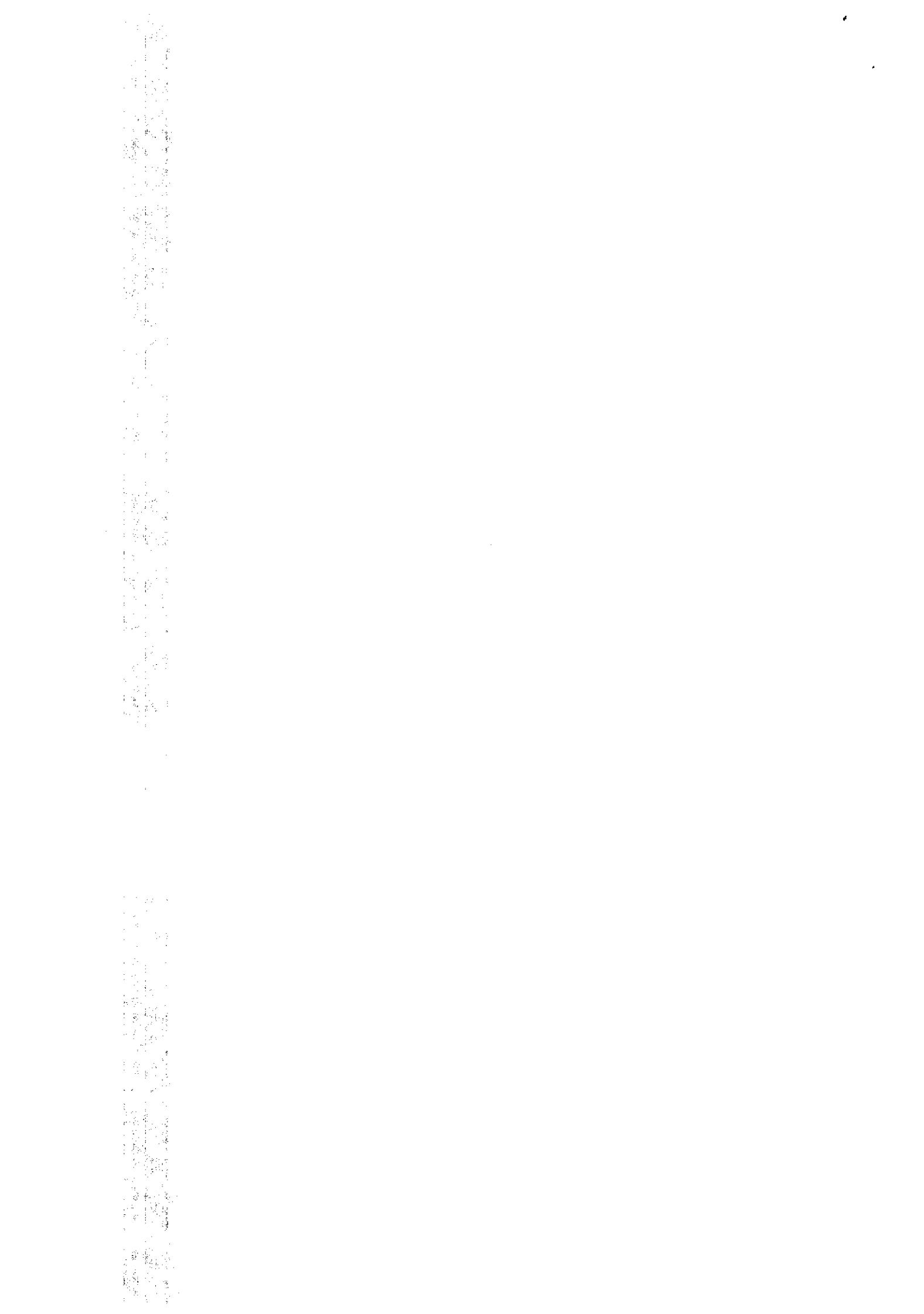
อย่างไรก็ตามหากพิจารณาอีกวัตถุคิดที่จะนำมานำเสนอเป็นอุปกรณ์แล้วจะพบว่าโดยมากจะเป็นกากน้ำตาล ขี้อสุก และมันสำปะหลัง ซึ่งวัตถุคิดดังกล่าวต่างก็มีความต้องการในการใช้จากอุตสาหกรรมอย่างมากในบริษัทที่มีกากอ้อยและสี ดังนั้นโรงงานอุปกรณ์ที่จะดำเนินการผลิตในอนาคตอาจประสบปัญหาอุปทานส่วนขาดของวัตถุคิดได้

งานวิจัยนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อหาสถานที่ตั้งของโรงงานอุปกรณ์ที่ใช้วัตถุคิดเป็นชานธ์ของจากโรงงานน้ำตาลภายใต้การจัดการให้ด้วยประสิทธิภาพดีที่สุด เนื่องจากต้องการให้ตั้งตัวอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ก็ต้องคำนึงถึงความต้องการของประชาชนที่ต้องการใช้ประโยชน์จากวัตถุคิดได้

ReVelle and Eiselt (2005) ได้ระบุว่าปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งจะมีลักษณะเฉพาะอยู่ 4 ประการ ดังนี้ (1) ถูกต้องซึ่งมีค่าແහนงที่ต้องแน่นอนอยู่เดียวที่ได้ที่หนึ่ง หรืออุบัติเหตุทางการณ์สั่ง (2) โรงงานที่ต้องการหาตำแหน่งที่ตั้ง (3) ที่ต้องซึ่งถูกต้องและ (4) กำรระบบทางหรือเวลาในการเดินทางระหว่างโรงงานกับถูกต้อง

Minnesota Pollution Control Agency (2007) ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของรัฐ Minnesota ประเทศไทยได้ข้อกำหนดที่มีอยู่ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกสถานที่ตั้งของโรงงานผลิตเอทานอล (Planning and Constructing an Ethanol Plant in Minnesota) โดยในครุภารต์ดังกล่าวระบุถึงปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกสถานที่ตั้งของโรงงานผลิตเอทานอล ซึ่งประกอบด้วย (1) แหล่งน้ำสำหรับใช้ในกระบวนการผลิต (Water supply) ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ที่ 4.0 - 4.8 แกลลอนต่อการผลิตเอทานอล 1 แกลลอน, (2) การนำน้ำดักน้ำเสียที่ออกจากโรงงาน (Wastewater disposal), (3) ความอุดมสมบูรณ์ของวัตถุคิดทางเกษตรที่ใช้ในการผลิตเอทานอล (Feedstock availability), (4) ระบบขนส่งวัตถุคิดและผลิตภัณฑ์ (Transportation) เช่นสถานีผลิตไฟ เป็นต้น, (5) ประเภทของเชื้อเพลิงที่ให้ผลลัพธ์ในการผลิตเอทานอล (Type of fuel), (6) ทุนสนับสนุนหรือสิทธิประโยชน์จากภาครัฐ (Funding and economics) เนื่องจากการจัดตั้งโรงงานในบางพื้นที่อาจมีสิทธิประโยชน์จากภาครัฐ (7) ประเด็นด้านผลกระทบต่อคนที่ในพื้นที่ (Local site issues) เช่น ผู้คนจากการงานส่งวัตถุคิด, เสียงจากโรงงาน, กดดันจากโรงงานฯ และ (8) ความสัมพันธ์กับชุมชน (Community relations)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้จะเป็นการเลือกสถานที่ตั้งแบบสองระดับ ซึ่งคล้ายคลึงกับปัญหาที่ Jacobsen and Madsen (1980) ได้นำเสนอไว้ ก็คือปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางการขนส่งข้ามพานะแบบสองระดับ (two-level location-routing problem) โดยในปัญหาดังกล่าวหนังสือพิมพ์จะถูกส่งจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้าก่อนที่จะถูกส่งไปยังถูกต้องในที่สุด ซึ่งปัญหาการส่งหนังสือพิมพ์นี้จะประกอบไปด้วย (1) การหาสถานที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า, (2) การออกแบบเส้นทางการขนส่งของข้ามพานะที่ออกจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังถูกต้องรายต่างๆ



นอกจากนี้ ในการวิจัยครั้งนี้ยังได้กำหนด
กรอบของปัญหาให้เป็นแบบหลักหฤทัยประสงค์ ซึ่งโดย
ทั่วไปแล้วการตัดสินใจด้านโลจิสติกส์จะมีวัตถุประสงค์
เพื่อยกระดับค่าใช้จ่าย เพื่อลดระยะเวลาในการขนส่ง,
ลดเวลาในการขนส่ง, ลดขนาดของข้าวท่าน้ำ หรือ,
เพื่อผลกำไรจากการดำเนินการ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม
หากเป็นการตัดสินใจในวัตถุประสงค์ที่มากกว่าหนึ่ง
วัตถุประสงค์ ต้องที่มักเกิดขึ้นก็คือวัตถุประสงค์บาง
อย่างจะเกิดความขัดแย้งกันเองภายใน ดังนั้นจึงต้องมี
การเปลี่ยนผูมุมของของปัญหาให้เป็นแบบหลัก
หฤทัยประสงค์ (Multiobjective) (Jozefowicz, 2008)
ซึ่งในที่นี้จะพิจารณาวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ,
สิ่งแวดล้อม และความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

Buddadec et al. (2007) ได้ทำการศึกษาถึง
ความเป็นไปได้และความทุนค่าทางเศรษฐกิจ
ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการเลือกสถาน
ที่ตั้งโรงงานอาหารออลไฟร์ชานออยซีฟหลังจากการผลิต
น้ำค้าลงมือเป็นวัตถุคุณภาพในการผลิตอาหารออลสำหรับผู้
บริโภคกับน้ำมันเบนซินเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแก๊ส
โซลาร์ และพบว่าการใช้ชานออยตั้งกล่าวมีความทุน
ค่าทางเศรษฐกิจและช่วยลดผลกระทบต่อสิ่ง
แวดล้อมในแง่ของการปลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก
(Green house gases; GHGs) ที่ปล่อยสู่บรรทัดอากาศซึ่ง
เป็นสาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อน (Global warming)

๒. ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีในการการดำเนินการวิจัย เริ่มจากกำหนด
สถานะของปัญหา โดยกำหนดค่าแบบทางคณิตศาสตร์
ในรูปของกำหนดการเชิงเส้นที่เป็นจำนวนเต็ม (Integer
linear programming) ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาทำเลที่ตั้ง
ของโรงงานผลิตอาหารออล ภายใต้วัตถุประสงค์ที่ให้ไว้
นั้นทุนการดำเนินการที่ต่ำที่สุด, สำหรับกระบวนการผลิต
ต้องแวดล้อมน้อยที่สุด และ มีความเสี่ยงด้านความ
ปลอดภัยต่ำที่สุด โดยรูปแบบในการขนส่งจะเป็น
แบบหลักหฤทัยดับขั้น ดังแสดงในรูปที่ ๑

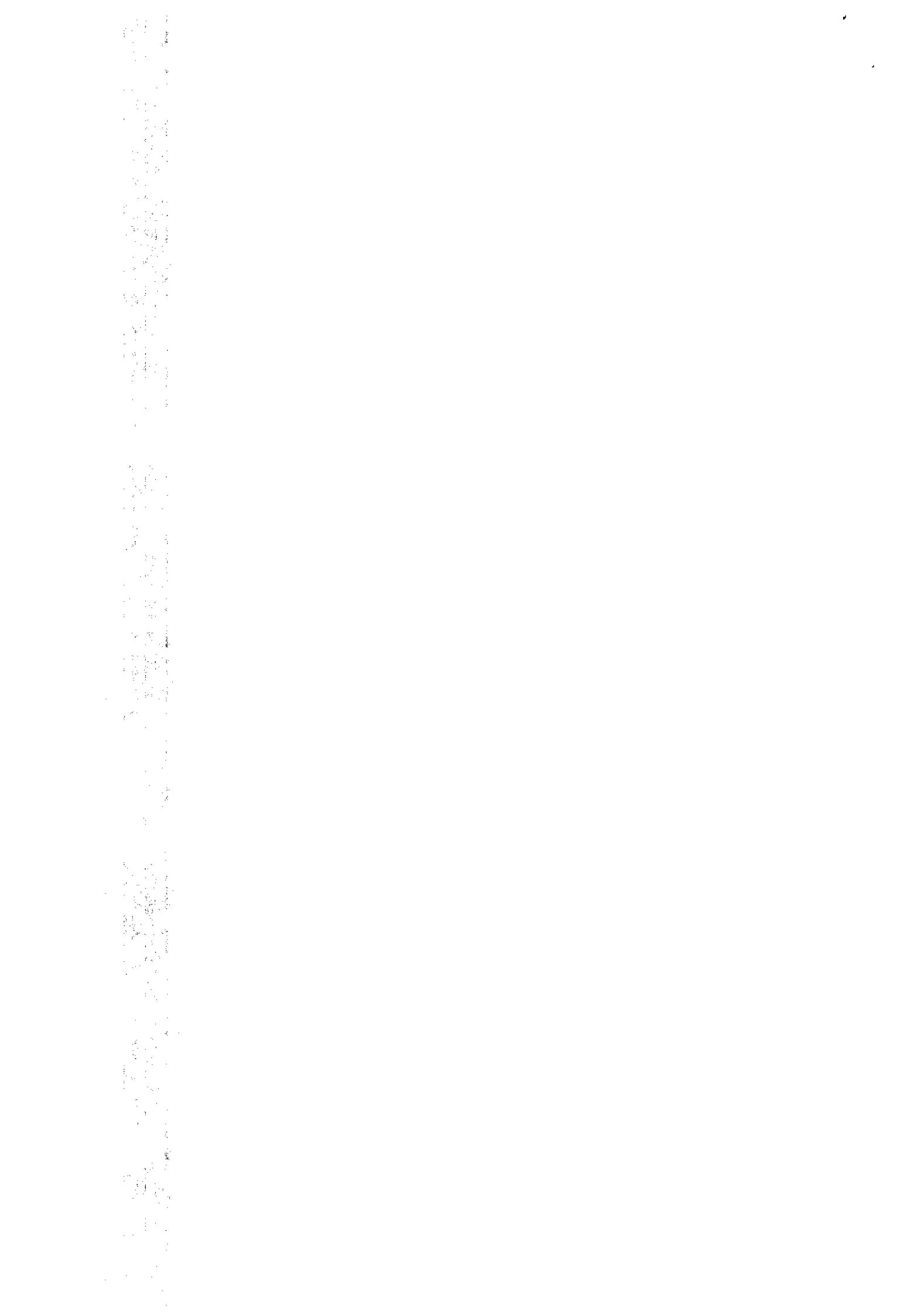
๑. ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการเลือกทำเล ที่ตั้ง

ก. ตัวแบบการตัดสินใจ

- a* ปริมาณวัตถุคุณภาพที่ขนส่งระหว่างเดือนทาง (i,j)
- b* ปริมาณอาหารออลที่ขนส่งระหว่างเดือนทาง (j,k)
- c* ปริมาณวัตถุคุณภาพที่มี ณ แหล่งวัตถุคุณภาพ (i,j)
- d* ระยะทางระหว่างแหล่งวัตถุคุณภาพในโรงงาน
อาหารออล
- e* ระยะทางระหว่างโรงงานอาหารออลถึงกลัง
น้ำมัน
- POP* จำนวนประชากรในແຄນເຊີງທີ່ເກີດຈາກ
ເຫັນອອະນະວ່າງ (j,k)

ข. พารามิเตอร์

- m* ราคาวัตถุคุณภาพต่อหันน่วย
- θ* ต้นทุนการขนส่งวัตถุคุณภาพต่อหันน่วย
- a* ต้นทุนการขนส่งอาหารออลต่อหันน่วย
- c* ต้นทุนในการสร้างโรงงานอาหารออล
- s* ขนาดของโรงงานอาหารออลที่จะสร้าง
- r* emission factor สำหรับการขนส่งทั้งจาก (i,j)
และ (j,k)
- t* emission factor สำหรับการใช้น้ำมันดีเซล
ในการขนส่งทั้งจาก (i,j) และ (j,k)
- f* cmission factor สำหรับสารเคมีที่ใช้ในการ
ผลิตอาหารออล
- γ* emission factor จากกระบวนการผลิตตีเซก
ที่ใช้ในการผลิตอาหารออล
- g* emission factor ของ CO_2 จากการผลิต
อาหารออล
- h* emission factor ของ CH_4 จากการผลิต
อาหารออล
- δ* emission factor การผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ใน
การผลิตอาหารออล
- v* offset emission factor ของ E10 ที่เกิดจาก
การผลิตอาหารออลเพื่อนำมาใช้เป็นแก๊สโซลิน
- w* offset emission factor ของ gasoline ที่เกิด
จากการผลิตอาหารออลเพื่อนำมาใช้เป็นแก๊ส
โซลิน



294 การแก้ปัญหาการเพื่อกลางที่ดีสัมภ์ทางเศรษฐกิจประสิทธิภาพของกล้าตัวขึ้น:
การมีศักยภาพในการผลิตอย่างต่อเนื่องของงานช่างงานที่ดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รายงานวิจัย นร. 14 (3) : มีนาคม 2562

- p offset emission factor ของการผลิตน้ำมัน
บนชิ้นแบบดั้งเดิมที่เกิดจากการผลิตเชื้อเพลิง
เพื่อนำมาใช้เป็นแก๊สโซเชลล์
 ϕ production efficiency factor สำหรับการ
เปลี่ยนวัสดุคุณภาพเป็นเชื้อเพลิง

N จำนวนสูงสุดของโรงงานเชื้อเพลิงที่จะสร้าง
M จำนวนสูงสุดของกล้องน้ำมันที่โรงงานเชื้อเพลิง
จะสร้างผลิตภัณฑ์ให้

ค. สมการเป้าหมายด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic objectives)

$$\text{Minimize} \quad \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I mn_{ij} y_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \theta d_{ij} n_{ij} y_{ij} + c \left[\frac{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I n_{ij} y_{ij}}{s} \right]^{\exp} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J ar_{jk} e_{jk} x_{jk}$$

และ

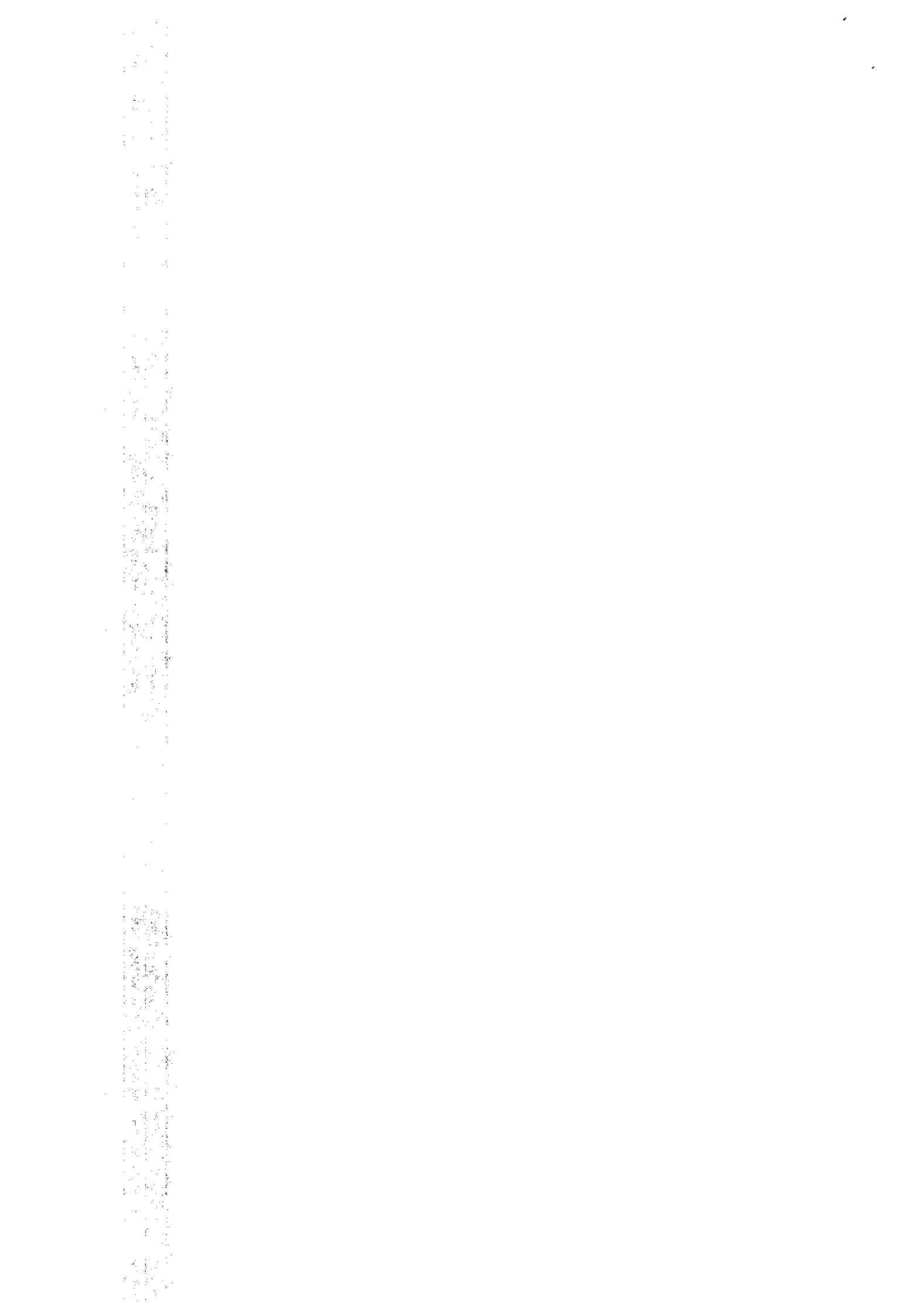
ง. สมการเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม (Environment objectives)

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I td_{ij} n_{ij} y_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I bd_{ij} n_{ij} y_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I fn_{ij} y_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I gn_{ij} y_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I hn_{ij} y_{ij} \\ & + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I dn_{ij} y_{ij} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J tr_{jk} e_{jk} x_{jk} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J br_{jk} e_{jk} x_{jk} + \\ & \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I vn_{ij} y_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I wn_{ij} y_{ij} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J pr_{jk} e_{jk} x_{jk} \end{aligned}$$

และ

จ. สมการเป้าหมายด้านความปลอดภัย (Population objective)

$$\text{Minimize} \quad \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J POP_{jk} e_{jk}$$



ก. สมการข้อจำกัด (Constraints)

Subject to:

$$\sum_{j=1}^J n_{ij} y_{ij} = o_i \quad \forall i \quad (1)$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ ถ้า node } i \text{ สร้างหอดูดาวไปปัจจุบัน } \\ 0 \text{ หากเป็นอย่างอื่น } \end{cases} \quad \forall i \forall j \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J y_{ij} \geq 1 \quad \forall i \quad (3)$$

$$z_j = \begin{cases} 1 \text{ ถ้าโรงงาน } j \text{ เปิด} \\ 0 \text{ ถ้าเป็นอย่างอื่น} \end{cases} \quad \forall j \quad (4)$$

$$z_j = y_{ij} \quad \forall i \forall j \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^J z_j \leq N \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^K e_{jk} x_{jk} = \lambda_j \quad \forall j \quad (7)$$

$$\lambda_j \leq \phi_{ij} \quad \forall i \forall j \quad (8)$$

$$x_{jk} = \begin{cases} 1 \text{ ถ้าโรงงาน } j \text{ ตั้งเอกสารขอให้ก่อตั้งสำนัก } k \\ 0 \text{ ถ้าเป็นอย่างอื่น} \end{cases} \quad \forall j \forall k \quad (9)$$

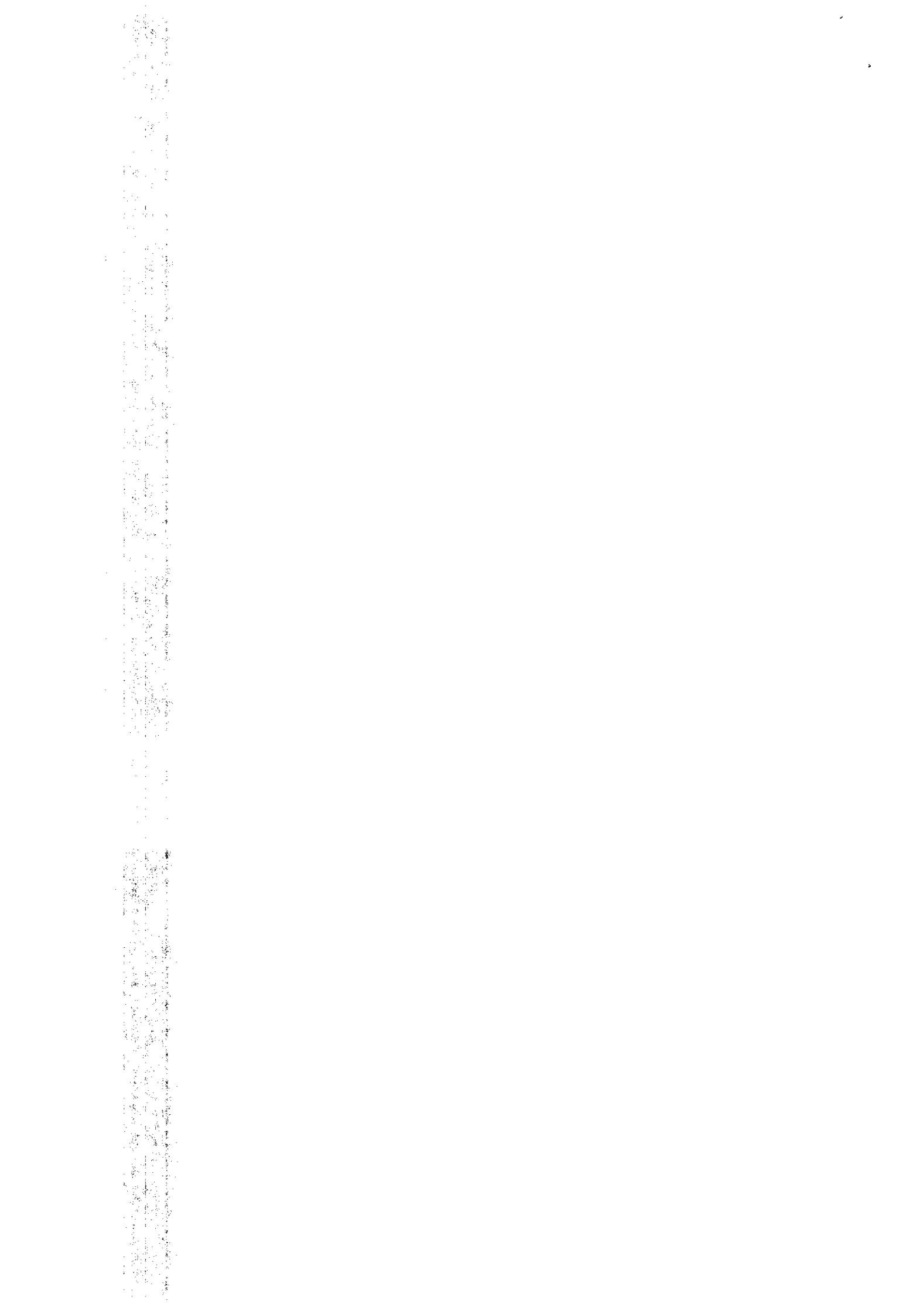
$$\sum_{k=1}^K x_{jk} \geq 1 \quad \forall j \quad (10)$$

$$z_j = x_{jk} \quad \forall j \forall k \quad (11)$$

$$\omega_k = \begin{cases} 1 \text{ ถ้าคติในสำนัก } k \text{ เปิดรับเอกสาร} \\ 0 \text{ ถ้าเป็นอย่างอื่น} \end{cases} \quad \forall k \quad (12)$$

$$x_{jk} = \omega_k \quad \forall j \forall k \quad (13)$$

$$\sum_{k=1}^K \omega_k \leq M \quad (14)$$



ຕາມການເປົ້າໝາຍຕ້ານເກົ່າງສູງກາສດກີ່ປະກອບດີນ
ດ້ວຍ 4 ພົນ ທີ່ (1) ສາມກາດຕື່ນຖຸນຕ້ານວັດຖຸດີນໃຈໜີ່
ອຸ່ງກັນປົມາພວດຖຸດີນແດວກາວັດຖຸດີນ, (2) ສາມກາດ
ຕື່ນຖຸນຕ້ານການນຳສ່າງວັດຖຸດີນໃຈໜີ່ອຸ່ງກັນຮະບະການໃນ
ການນຳສ່າງ ປົມາພວດຖຸດີນທີ່ນຳສ່າງແລະຕໍ່ໄວ້ຈ່າຍໃນ
ການນຳສ່າງທ່ອງທ່ານວ່າ (3) ສາມກາດຕື່ນຖຸນໃນກາຮັດຕອ
ເອການລົງຈຶນໃນທີ່ນີ້ໃຫ້ການສໍາເກົ່າດັນຂາດຂອງໄຮງຈານ
ຕາມລັດກຳຂອງຄວາມປະຫຼັດນີ້ອງຈາກນາດ (Economy
of scale) ໂດຍໃຊ້ສົມກ່າວໃນຢູ່ປະຈຸບັນໃຈໜີ່ຕ້ານ
ນາດ (Scaling factor) (Buddadec, 2008)

ສາມການເປົ້າໝາຍຕ້ານສ່າງແວດ້ານນີ້ຈະເຫັນວ່າ
ປົມາພວດກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ປ່ອຍອົກຈາກກະນະນາງການ
ດ້າງຈາກປະກອບດ້ວຍສາມການ 12 ພົນ ທີ່ (1) ປົມາພວດ
ກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດຈາກກາරຮັນສ່າງວັດຖຸດີນປົມາພວດ
ຕ່ານເສັ້ນທາງ (i,j) (2) ປົມາພວດກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດ
ຈາກການໃຈ້ນ້ຳນັ້ນດີເຊີຍໃນການນຳສ່າງວັດຖຸດີນປົມາພວດ
ຕ່ານເສັ້ນທາງ (i,j) (3) ປົມາພວດກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດ
ຈາກການໃຈ້ກາງເກີນໃນກາຮັດຕອເອການລົດ (4) ປົມາພວດ
ກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດຈາກກາຮັດຕອນັ້ນດີເຊີຍເພື່ອໃຈ້
ໃນກະນະນາງກາຮັດຕອເອການລົດ (5) ປົມາພວດກີ່ເຮືອນ
ກະຈົກທີ່ເກີດຈາກຄ່າບ່ອນໄໂລອອກໃຊ້ດີໃນກາຮັດ
ຕອເອການລົດ (6) ປົມາພວດກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດນີ້ເຫັນໃນ
ກາຮັດຕອເອການລົດ (7) ປົມາພວດກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດ
ຈາກກາຮັດຕິໄຟ້ໄໝເພື່ອໃຈ້ໃນກາຮັດຕອເອການລົດ
(8) ປົມາພວດກີ່ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດຈາກການນຳສ່າງເອ
ການລົດປົມາພວດ ຕ່ານເສັ້ນທາງ (j,k) (9) ປົມາພວດກີ່
ເຮືອນກະຈົກທີ່ເກີດຈາກການໃຈ້ນ້ຳນັ້ນດີເຊີຍໃນການນຳສ່າງ
ເອການລົດປົມາພວດ ຕ່ານເສັ້ນທາງ (j,k) (10) ຄ່າດເຫັນ
ຂອງການນໍາເອງຈານອ້ອຍນາພົດຕິເອການລົດເພື່ອໃຈ້ເປັນ
ນ້ຳນັ້ນແກ້ໄຂໂສລ໌ແທນທີ່ຈະນໍາໄວ້ແຫ່ງເພື່ອພົດຕິໄກ້ທີ່ຈຶ່ງ
ຈະໄລດປ່ອຍກີ່ເຮືອນກະຈົກນາກວ່າ (11) ຄ່າດເຫັນ
ຂອງການນໍາເອງຈານອ້ອຍນາພົດຕິເອການລົດເພື່ອໃຈ້ເປັນ
ນ້ຳນັ້ນແກ້ໄຂໂສລ໌ແທນທີ່ຈະໃຫ້ນ້ຳນັ້ນເບັນທຶນປົກຕິ

ສໍາຫັບສົມການເປົ້າໝາຍຕ້ານການປັບປຸງ
ນ້ຳນັ້ນທີ່ຈຶ່ງຈະໃຫ້ໄວ້ແຫ່ງເພື່ອພົດຕິໄກ້ທີ່ຈຶ່ງ
ຈະໄລດປ່ອຍກີ່ເຮືອນກະຈົກນາກວ່າ (12) ຄ່າດເຫັນ
ຂອງການນໍາເອງຈານອ້ອຍນາພົດຕິເອການລົດເພື່ອໃຈ້ເປັນ
ນ້ຳນັ້ນແກ້ໄຂໂສລ໌ແທນທີ່ຈະໃຫ້ນ້ຳນັ້ນໃນລັດຍະໜີທ່ອງທ່ານ
ແລະສົມການຂອນນີ້ (13) ຈໍາກັດວ່າໄຮງຈານເອການລົດທີ່ຈຶ່ງ
ສົ່ງພົດຕິກັນທີ່ໄກ້ລັດນ້ຳນັ້ນໃນລັດຍະໜີທ່ອງທ່ານ
ແລະສົມການຂອນນີ້ (14) ຈໍາກັດຈຳນວນຂອງລັດນ້ຳນັ້ນ
ທີ່ປົກຕິວັດເອການລົດ

ເປັນດ້ວຍປ່ອງກົງວານເສີ່ງ ຕັ້ງນັ້ນສາມການເປົ້າໝາຍຕ້ານ
ການປັບປຸງດີກິຈຈະນີ້ອຸ່ງກັນກວານຫານແນ່ນຂອງ
ປະຊາກສົມການທ່ອງນ່ວຍພື້ນທີ່ແລະຮະບະທາງຈາກໄຮງຈານ
ເອການລົດໄປໜັງຄັດນ້ຳນັ້ນທີ່ກໍາກັນຜົມສັນແກ້ໄຂໂສລ໌ແທນ

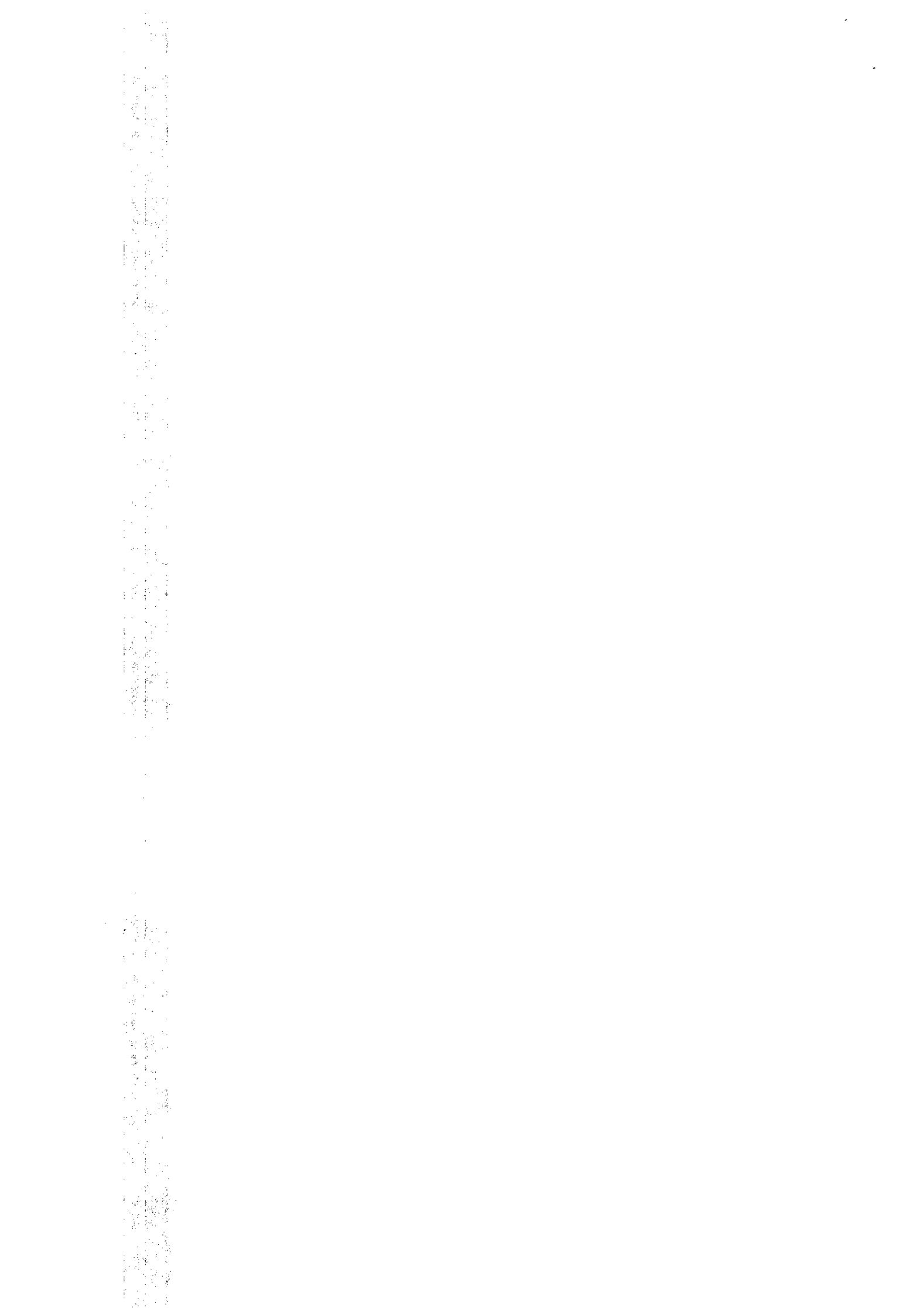
ສາມການຂອນນີ້ (1) ເປັນສາມການຂົ້ນຈົ່ງກັດ
ຕ້ານສົມຄຸນລວມເພື່ອໃຫ້ນີ້ໃຈວ່າວັດຖຸດີນະນີ້ເປັນພົດຕ່ອ
ກາຮັດຕອເອການລົດ ສາມການຂອນນີ້ (2) ແລະ (3) ເປັນ
ຕົວແປຣຕັດສິນໃຈວ່າແລ້ວວັດຖຸດີນະນີ້ສ່າງວັດຖຸດີນໄໝ້
ໄຮງຈານເອການລົດທີ່ປົກຕິວັດນ້ຳນັ້ນໄໝ້ ສາມການຂອນນີ້ (4)
ເປັນຕົວແປຣຕັດສິນໃຈວ່າຈະປັດໄປໂຮງຈານເອການລົດ ;
ທີ່ຈຶ່ງໄໝ້ໄໝ້ ສາມການຂອນນີ້ (5) ຈໍາກັດໄຫຉນີ້ກໍາກັນວັດຖຸດີນ
ຈາກແລ້ວເຕີບສໍາຫັບໄໃຈວ່າໄດ້ຮັບໄໃຈວ່າໄຮງຈານເອການລົດ 1 ໄຮງຈານ

ສາມການຂອນນີ້ (6) ຈໍາກັດຈຳນວນຂອງໄຮງຈານ
ເອການລົດທີ່ຈະປັດໄປ ສາມການຂອນນີ້ (7) ເປັນສາມການ
ຂົ້ນຈົ່ງກັດຕ້ານສົມຄຸນລວມສໍາຫັບມອກຕ້ານລົດທີ່ພົດຕິໄດ້
ສາມການຂອນນີ້ (8) ກໍາຫັນຄປະສິກິພາກໃນກາຮັດ
ຕອເອການລົດ ສາມການຂອນນີ້ (9) ແລະ (10) ເປັນຕົວແປຣ
ຕັດສິນໃຈວ່າໄຮງຈານເອການລົດທີ່ປົກະສ່າງພົດຕິກັນທີ່ໄປ
ໄກ້ລັດນ້ຳນັ້ນໄດ້ ສາມການຂອນນີ້ (11) ກໍາຫັນຄໄໝ້
ໄຮງຈານເອການລົດ 1 ໄຮງສ່າງພົດຕິກັນທີ່ໄປໄກ້ລັດນ້ຳນັ້ນ
ໄດ້ເຫັນ 1 ກລັງທ່ານີ້ ສາມການຂອນນີ້ (12) ກໍາຫັນ
ຕົວແປຣຕັດສິນໃຈວ່າຄັດລັດນ້ຳນັ້ນໄດ້ທີ່ປົກຕິວັດກັນທີ່ບັງ
ສາມການຂອນນີ້ (13) ຈໍາກັດວ່າໄຮງຈານເອການລົດທີ່ຈຶ່ງ
ສົ່ງພົດຕິກັນທີ່ໄກ້ລັດນ້ຳນັ້ນໃນລັດຍະໜີທ່ອງທ່ານ
ແລະສົມການຂອນນີ້ (14) ຈໍາກັດຈຳນວນຂອງລັດນ້ຳນັ້ນ
ທີ່ປົກຕິວັດເອການລົດ

2. ການສຶກສາໄຮງຈານເອການລົດຈາກຫານອ້ອຍໃນ ກາຕະວັນອອກເຕີບເໜີ້ອ

ໄຮງຈານນໍາຕາລຈຳນວນ 13 ໄຮງໃນກາຕະວັນ-
ອອກເຕີບເໜີ້ອໄດ້ຖືກກໍາຫັນຄໄໝ້ເປັນແພ່ລ່ວງວັດຖຸດີນະ
ເປັນທີ່ຈຸດທີ່ມີສຶກສາກວາໃນກາຕົ້ງໄຮງຈານພົດຕິເອການລົດ
ດ້ວຍ ໂດຍໄຮງຈານທີ່ຈົ່ງທັນຄກະຈາຍຕ້ວອງຢູ່ໃນ 7 ຈັງກວັດ
ໃນກາຕະວັນອອກເຕີບເໜີ້ອ ຊຶ່ງປະກອບດ້ວຍ ບຸຮັຮັນໆ,
ບຸກຄາຫາງ, ຫຸດຈະນີ, ກາຫເສີນໆ, ຂອນເກີນ, ຂໍຢູ່ມື ແລະ
ນກຮຽງສຶກສາ ດັ່ງແສດງໃນຢູ່ປໍ່ 2

ໃນຈານວັນທີກໍາຫັນໄດ້ກໍາກັນວັດຖຸດີນະກົດໃຫ້ໄຮງຈານ
ພົດຕິເອການລົດເປັນຫານອ້ອຂອງທີ່ກໍາກັນ



เหตุที่ต้องกระบวนการผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านชีวภาพนี้ ไม่ใช่เพียงในการผลิตไอน้ำและไฟฟ้าเพื่อใช้ภายในโรงงาน โดยเริ่มนับของชำร่วยของจากโรงงานน้ำตาลน้ำมันเชิงเดียวในคราวนี้ ซึ่งจากศึกษาของ Buddadee et al. (2007) พบว่ากิจกรรมดังกล่าวทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกถึงกว่า 582,177 ตัน เทียบเท่าของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

ข้อมูลดังๆ ที่นำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเปลี่ยนอุตสาหกรรมส่วนได้เสีย (1) ข้อมูลด้านศักยภาพทางเศรษฐกิจ, (2) ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม, และ (3) ข้อมูลด้านความเสี่ยงด้านความปลอดภัย โดยข้อมูลด้านศักยภาพทางเศรษฐกิจและข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมเป็นข้อมูลที่ดึงดูดที่ได้มาจากการวิจัยของ Buddadee et al. (2007) ดังแสดงในตารางที่ 2

ในส่วนของข้อมูลด้านความเสี่ยงด้านความปลอดภัยนั้นก็มาจากอันตรายของอุตสาหกรรมที่อาจเกิดขึ้นหากมีการรั่วไหล โดยเข้าสังกัด Emergency Response Guidebook for Flammable Liquid (2004) ซึ่งระบุและความเสี่ยงของอุตสาหกรรมไว้ที่ 800 เมตรในทุกทิศทาง นั่นคือจำนวนประชากรที่จะได้รับความเสี่ยง หากมีการรั่วไหลของอุตสาหกรรมที่ต่างกันที่นั่นที่ของแทนความเสี่ยงถูกกำหนดจำนวนความหนาแน่นของประชากรต่อหน่วยพื้นที่ที่ลดลงตามการขนส่ง เอทานอลจากโรงงานผลิตไปยังกลังน้ำมัน โดยมีสมมติฐานว่าประชากรของแต่ละจังหวัดมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในแต่ละพื้นที่ของจังหวัด

ข้อมูลทั้งหมดดังที่กล่าวมานี้ถูกด้นให้รับการประเมินผลกระทบโดยซอฟต์แวร์สำหรับ LINGO 4.0 บนคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลแบบ Pentium M 1400MHz และมีหน่วยความจำ (RAM) เท่ากับ 496 MB

อย่างไรก็ตาม เพื่อปรับให้ค่าสมการเป้าหมาย เป็นหน่วยเดียวกัน ผู้วิจัยจึงใช้ค่าประมาณของราคา かる์บอนเครดิต (Carbon credit) ในตลาด EUA ที่ราคา 27.5 ยูโรต่อตัน หรือก็คือเป็นประมาณ 1,440 บาทต่อตันการ์บอนเทียบเท่า ณ วันที่ 7 กรกฎาคม 2551 (<http://www.emit-markets.com>, 2008) และคำนวณ夷้อนเกิด

จากการรั่วไหลของอุตสาหกรรม (Spill compensation) ประมาณจากค่าแรงขั้นต่ำต่อวันของจังหวัดที่มีมาซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้ง 170 บาทต่อวันต่อคน ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2551 (กระทรวงแรงงาน, 2551)

ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของแต่ละสถานการเป้าหมายดังๆ กัน โดยแบ่งเป็น 15 กรณี พบว่าจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรมที่จะเปิด และค่าของสมการวัดคุณภาพที่มีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 3

จากนั้น ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้ไปสร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของสมการวัดคุณภาพ และน้ำหนักของแต่ละวัสดุประสิทธิ์โดยใช้ซอฟต์แวร์สำหรับ Minitab 15 ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 3

สรุปและอภิปรายผล

จากการทดลองพบว่าการให้น้ำหนักกับสมการเป้าหมายที่ต่างกันจะส่งผลให้มีการปิดโรงงานอุตสาหกรรมที่พื้นที่และจำนวนที่ต่างกัน โดยหากให้น้ำหนักในด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่าปัจจัยด้านอื่นจะพบว่าจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่จะเปิดจะมีจำนวนมากและกระจายตามจังหวัดต่างๆ รวมทั้งต่าของสมการเป้าหมายจะมีค่าเป็นลบ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ชานอ้อยเป็นวัสดุดินใน การผลิตอุตสาหกรรมจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เป็นปริมาณมากซึ่งตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean development mechanism; CDM) แม้สำหรับการลดน้ำการ์บอนเครดิตที่ได้ไปจ้างนำเข้าให้ประเทศไทยในอุตสาหกรรมสั่งได้ ดังนั้นค่าของสมการเป้าหมายจึงมีค่าเป็นบวก ในทางกลับกันหากให้น้ำหนักกับสมการเป้าหมายด้านความเสี่ยง จะพบว่าโรงงานน้ำตาลที่จะเปิดก็จะอยู่ในบริเวณจังหวัดเดียวกันกับคลังน้ำมันหรือใกล้เคียงเพื่อตัดความเสี่ยงที่จะเกิดการรั่วไหลซึ่งจะทำให้ต้องจ้างค่าเชื้อเพลิง昂

นองจากนี้ศักย์จะหายไปทันที ไม่ได้จากดังนั้น 2 เหง่คือคลังน้ำมันอุตุราชานิ และคลังน้ำมันของแก่น จึงทำให้ความเสี่ยงที่อาจเกิดจากภารร์ไวไฟของเอทานอลระหว่างขนส่งนี้ดีกว่าทางเลือกที่จะเปิดโรงงานแยกงานอยู่ในตำแหน่งเดิมๆ อีกด้วย

ເອກສານອ້າງອີງ

-อัตราการใช้ชีวิตรักษาตัวเองแต่ละวันที่ 1 มิถุนายน 2551
http://www.mol.go.th/statistic_01.html

กระทรวงพลังงาน. 2550. การส่งเสริมพลังงานทดแทนในภาวะราคาน้ำมันแพง. วารสารพัฒนาพลังงาน. 1:65-73.

.....Carbon market overview. Available online at <http://www.emit-markets.com/content/view/24/103/>

Alumur, S., Kara, B.Y.. 2007. A new model for the hazardous waste location-routing problem. Computers & Operations Research. 34: 1406-1423.

- Bancha Buddadee, Wanpen Wirojanagud, Daniel J. Watts and Rapeepan Pitakaso. 2008. The development of multi-objective optimization model for excess bagasse utilization: A case study for Thailand. *Environmental Impact Assessment Review*, 28(6): 380-391.

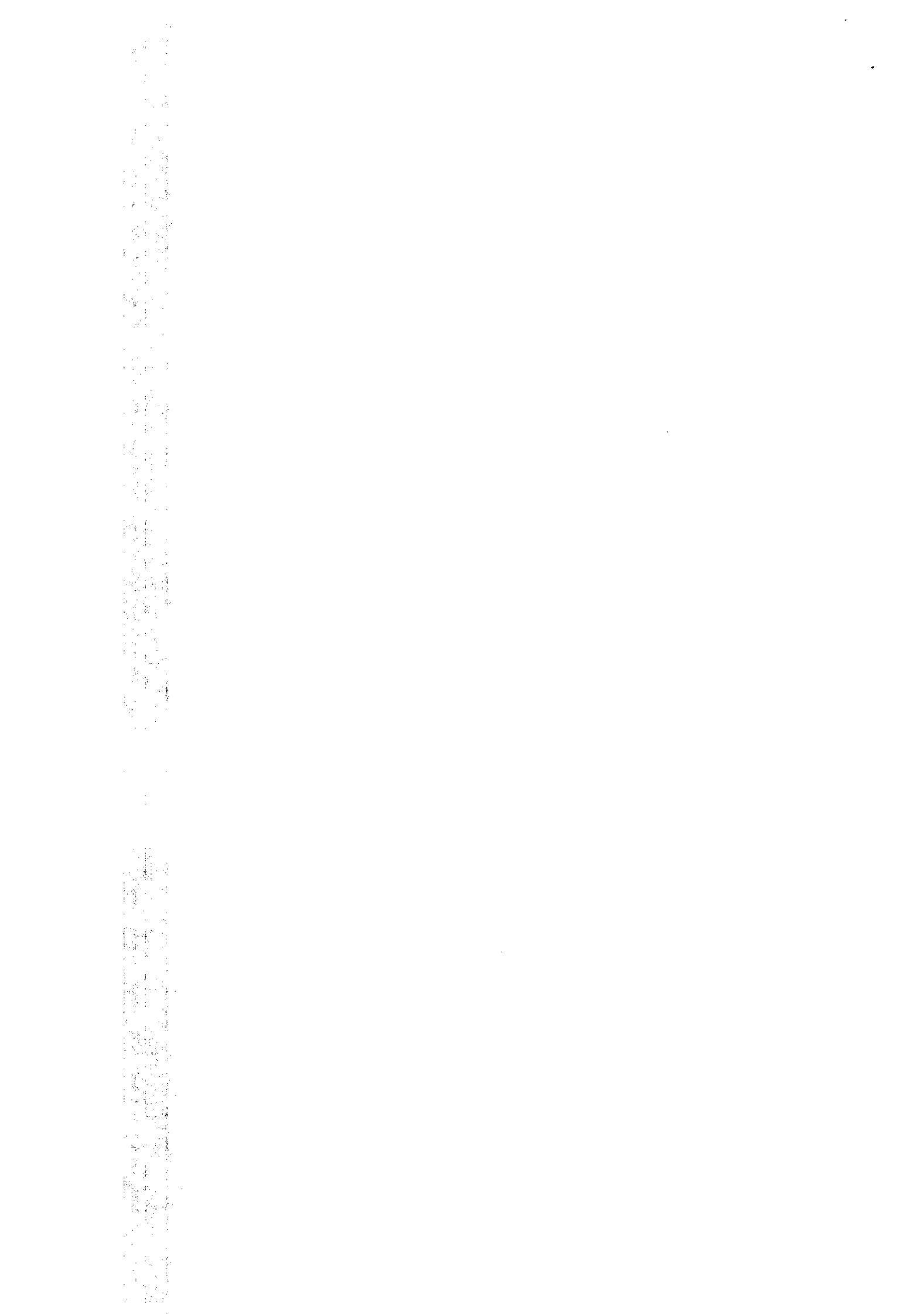
Brown, D.F., Policastro, A.J., Dunn W.E., Carhard, R.A., and Krumpoic, M. 2005. *Development of the Table of Initial Isolation and Protective Action Distances for the 2004 Emergency Response Guidebook*.Chicago:Argonne National Laboratory.

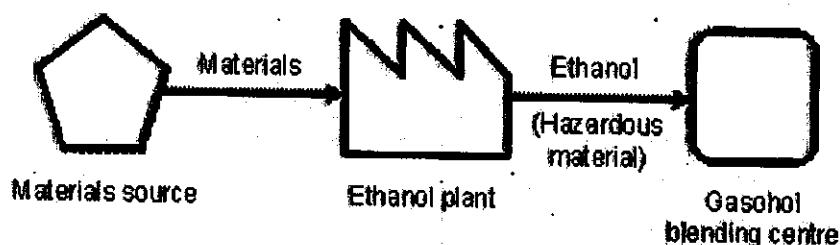
Jacobsen, S.K. and Madsen, O.B.G, L. 1980. A comparative study of heuristics for a two-level routing-location problem. *European Journal of Operational Research*, 6: 378-387.

Jozefowicz, N., Semet, F. and Talbi, E..2008. Multi-objective vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*. 189: 293-309.

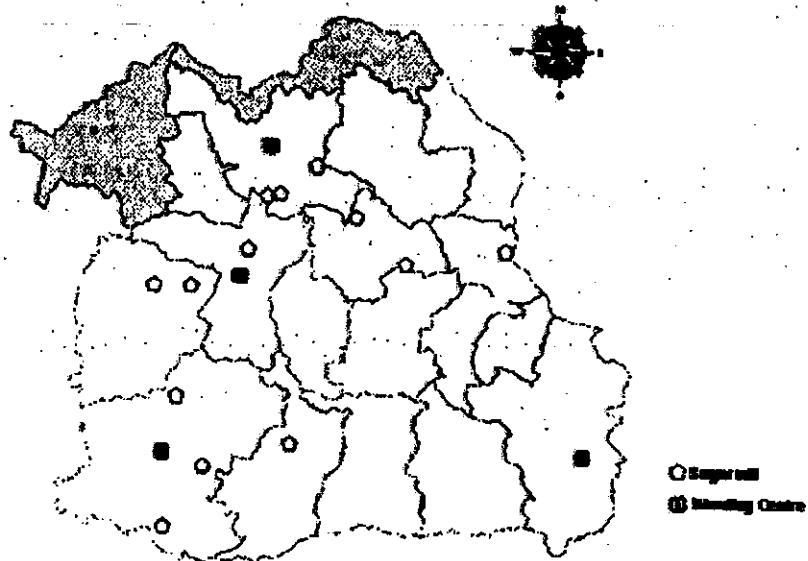
Minnesota Pollution Control Agency. 2007. *Planning and Constructing an Ethanol Plant in Minnesota: A Guidance Document*. Minesota. U.S.A.

ReVelle, C.S. and Eiselt, H.A.. 2005. Location analysis: A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*. 165: 1-19.

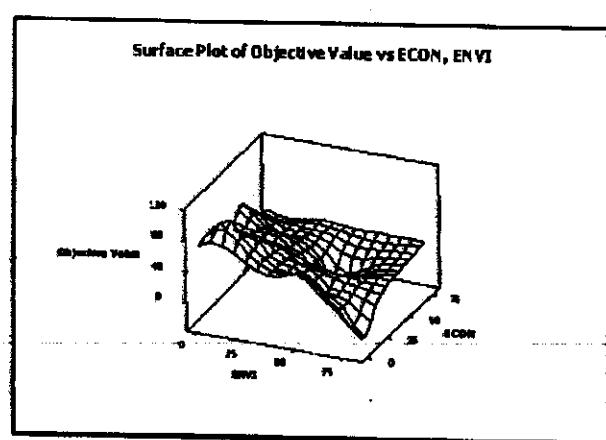




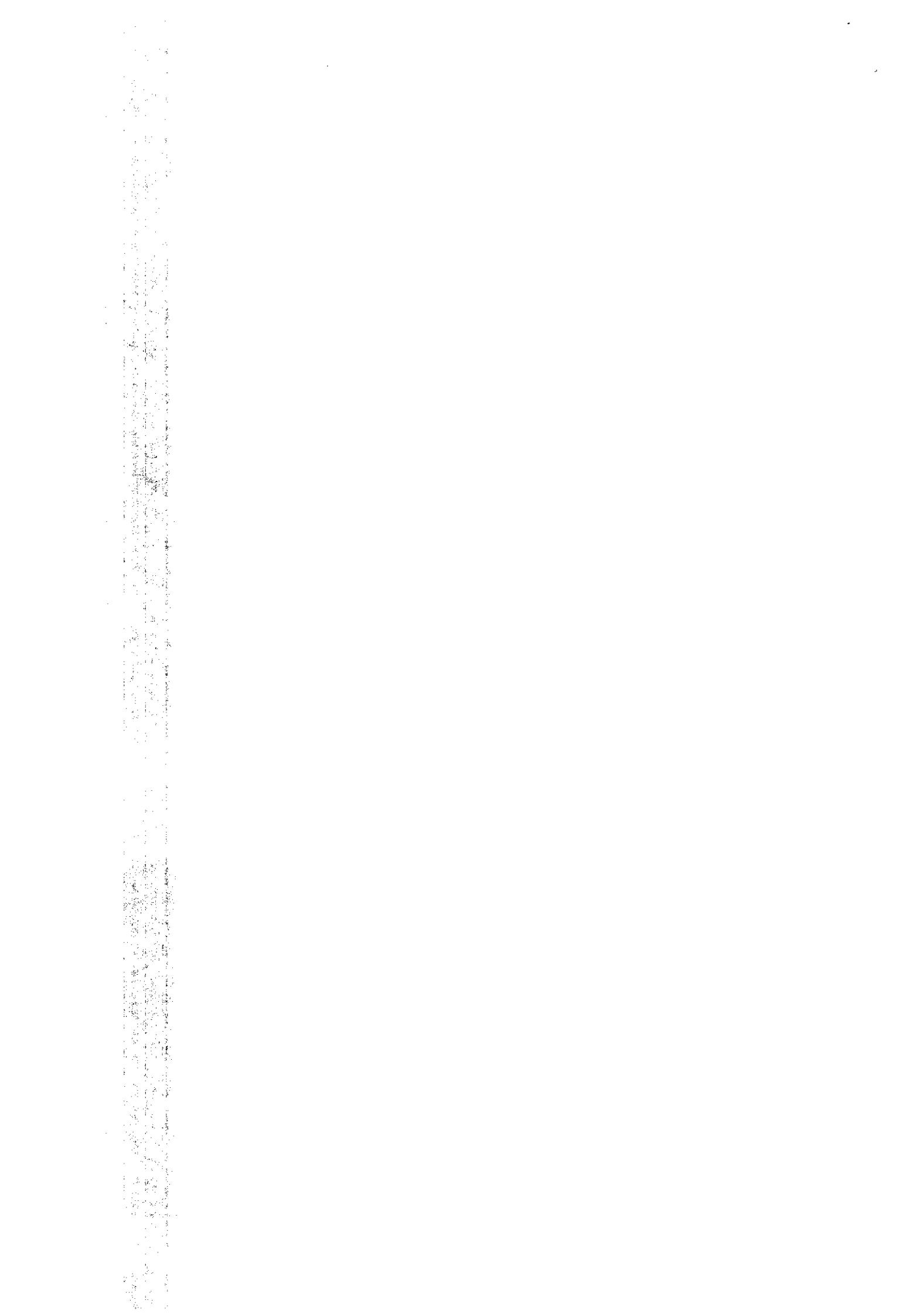
รูปที่ 1. รูปแบบการพัฒนาอุปกรณ์ที่อนุญาตให้ผู้สอนเป็นนักเรียนแก้ไขข้อสอบ (E10)



รูปที่ 2. ตัวແນ່ນ່ງທີ່ຈຶ່ງອອງໄຮງ່ານ້ຳຫາລະແລກລັງນ້ຳນັນໃນກາກຄະວັນອອກເຈິຍໜີກ



รูปที่ 8. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของสมการวัดคุณประสิทธิ์กับน้ำหนักที่ให้กับแต่ละวัดคุณประสิทธิ์



300 กรณีปัญหาการเดินทางที่ต้องเบนทางข้ามถูกระยะที่เดินทางต้องเดินเท่านั้น:
กรณีศึกษาโรงรถหันด้วยหัวรถเข้าทางเดินทางเดินทางต่อในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สารสารวิจัย นร. 14 (3) : มีนาคม 2552

ตารางที่ 1. ปริมาณขานร่องที่เหลือจากการงานผลิตม้าตาดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

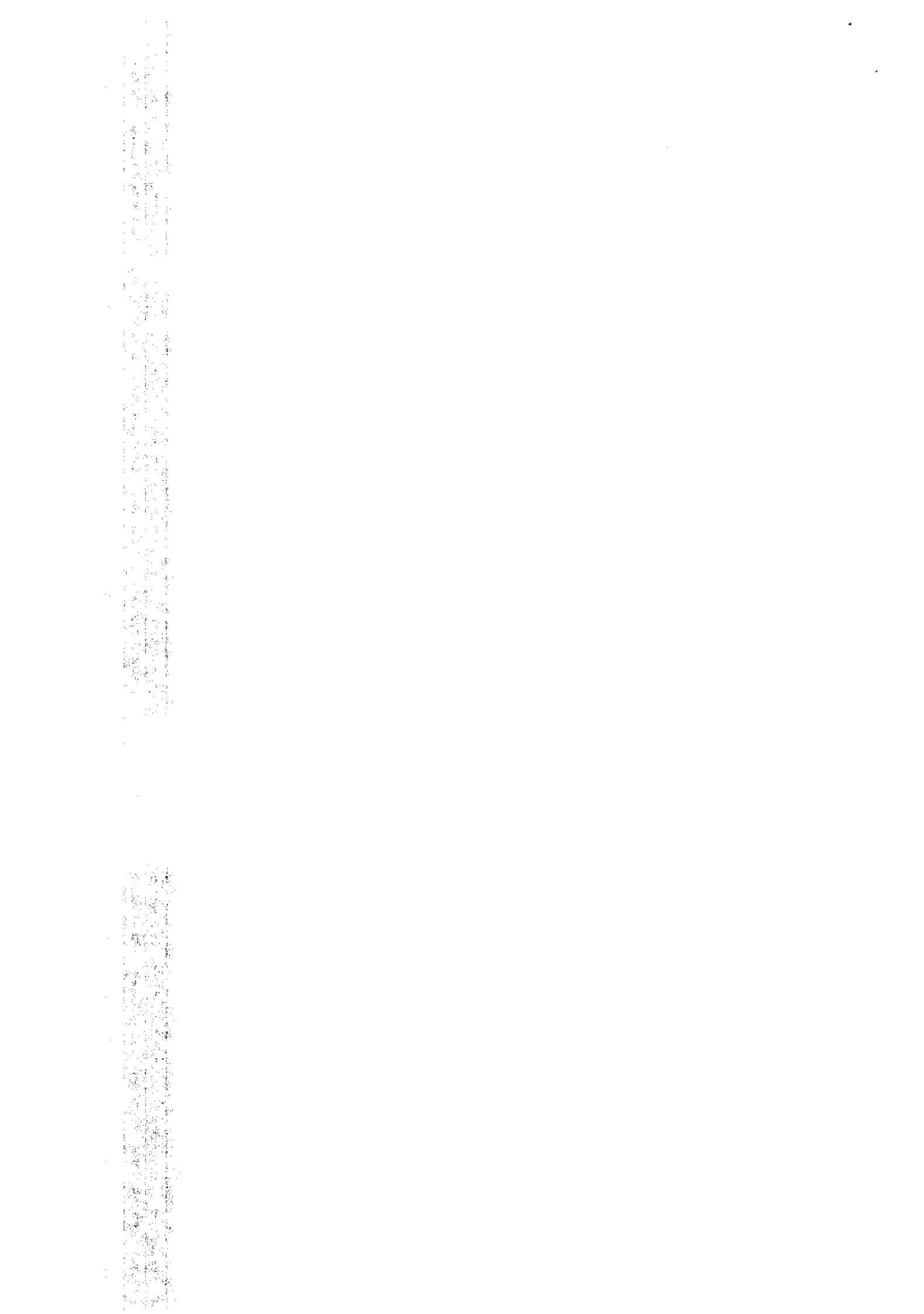
ลำดับที่	โรงงาน	จังหวัด	ปริมาณกิโลกรัม (ตันต่อบี)
1	โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์	บุรีรัมย์	36,408
2	โรงงานน้ำตาลสหกรณ์	บุคคลาภูร	34,150
3	โรงงานน้ำตาลกรวยข้าวาร์นีอุบล	อุบลราชธานี	68,129
4	โรงงานน้ำตาลเกษตรผล	อุดรธานี	52,631
5	โรงงานน้ำตาลอุบลราชธานี	อุดรธานี	52,303
6	โรงงานน้ำตาลของแท่น	ขอนแก่น	87,092
7	โรงงานน้ำตาลนิคราภูเวียง	ขอนแก่น	90,239
8	โรงงานน้ำตาลธรรมแก้วบรรพตอุตสาหกรรม	ชัยภูมิ	104,983
9	โรงงานน้ำตาลอุตสาหกรรมไครา	นครราชสีมา	89,330
10	โรงงานน้ำตาลอุตสาหกรรมอ่างทอง	นครราชสีมา	89,592
11	โรงงานน้ำตาลเอ็นวาย (กรุงเทพ)	นครราชสีมา	61,628
12	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลอีกาน	กาฬสินธุ์	36,663
13	โรงงานน้ำตาลนิคราภูเวียง	กาฬสินธุ์	61,259
รวม			864,406

(ที่มา: Buddadee และคณะ, 2007)

ตารางที่ 2. ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์, สิ่งแวดล้อม และความเสี่ยงด้านความปล่อยก๊าซที่ใช้การศึกษาไป

กระบวนการ	ข้อมูล	แหล่งข้อมูล
การขนส่ง	<ul style="list-style-type: none"> • ผู้นำเข้าสินค้า • ผู้นำเข้าสินค้าญี่ปุ่นพาหนะ • ผู้นำเข้าสินค้าญี่ปุ่นที่ใช้ในการขนส่ง • ผู้นำเข้าสินค้าญี่ปุ่นชั้นนำ • ขนาดความจุของรถบรรทุกที่ใช้ในกระบวนการ • บริษัทเรือและเครื่องจักรที่ป้อนค่าต่อต้นจากข้อมูลทางการหน่วยงานในการขนส่ง • ความเสี่ยงด้านความปล่อยก๊าซ 	<ul style="list-style-type: none"> - Truck and trailer supplier - Japan Transport Cooperation Association, 2004 - PTT, 2006 - SimaPro V5.1 (LCA software) - Emergency Response Guidebook, 2005 - สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2008
การสร้างโรงงานผลิตอาหาร	<ul style="list-style-type: none"> • ผู้นำเข้าในการสร้างโรงงาน • การปลูกกล้าไม้ที่ใช้ในกระบวนการ 	<ul style="list-style-type: none"> - Kadam, 2002 - Wooley et al., 1999
กระบวนการการผลิตอาหารอีก	กระบวนการการผลิตอาหารอีก	- Aden et al., 2002 - SimaPro V5.1 (LCA software)

(ที่มา: ปรับปรุงจาก Buddadee และคณะ, 2007)



ตารางที่ 3. ผลการทดสอบเปลี่ยนผ่านน้ำหนักของสมการวัดคุณภาพคงที่ในค้านต่างๆ

ครั้งที่	จำนวนครั้ง	ชิงมวลข้อมูล	ความเสี่ยง		จำนวนตัวอย่าง		ค่าของ	
			ค้านความ ป้องกัน	การเปิดปืน	จำนวนเอกสาร	ตัวอย่าง	สังเคราะห์	หน่วย
1	10	10	80	5.8	2	100.8	ล้านบาท	
2	20	20	60	2,3,5,8	4	74.1	ล้านบาท	
3	30	30	40	5,6,7,8	4	50.1	ล้านบาท	
4	40	40	20	5,6,7,9	4	16.6	ล้านบาท	
5	50	50	0	1,2,3,6,8,9,12,13	8	-29.8	ล้านบาท	
6	80	10	10	1,2,5	3	20.4	ล้านบาท	
7	60	20	20	2,5,9	3	26.8	ล้านบาท	
8	40	30	30	5	1	36	ล้านบาท	
9	20	40	40	5	1	43.8	ล้านบาท	
10	0	50	50	5,6,7,8,9	5	59.5	ล้านบาท	
11	10	80	10	4,5,7,8,9,10,12	7	-25.2	ล้านบาท	
12	20	60	20	3,5,9	3	13.5	ล้านบาท	
13	30	40	30	5,6,7,9	4	30.9	ล้านบาท	
14	40	20	40	4,5	3	51.2	ล้านบาท	
15	50	0	50	1,5,6,7,11	5	70	ล้านบาท	

[†] ตัวเลขแสดงโปรแกรมคำนวณตัวอย่างเชิงทางคณิตศาสตร์ที่ 1

