บทที่ 4
วิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม

1. บทนำ

ปัญหาการจัดตารางการใช้ห้องเรียนเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่หรือมีความซับซ้อนซึ่งสามารถทำการแก้ไขปัญหาได้โดยการสร้างวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม ซึ่งจะทำให้ได้ผลเฉลยที่ใกล้เคียงกับผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (Near-Optimal Solution) เนื่องจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถแก้ปัญหารูปแบบนี้ได้ เพราะมีจำนวนตัวแปรและพารามิเตอร์ที่ต้องทำการพิจารณาเป็นจำนวนมาก เช่น จำนวนรายวิชาเรียน จำนวนนักศึกษา ภาควิชาของนักศึกษาที่ทำการลงทะเบียน จำนวนห้องเรียน เป็นต้น ดังนั้นวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมจึงถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาเพื่อหาผลเฉลยเริ่มต้น (Initial Solution) และใช้วิธีทาบูเสิร์ช (Tabu Search) ในการพัฒนาผลเฉลยเริ่มต้นเพื่อแก้ไขปัญหาการจัดตารางการใช้ห้องเรียนเพื่อให้เกิดดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อรายวิชาและดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อนักศึกษาต่ำที่สุด

2. การจัดสรรห้องเรียนเพื่อให้ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุด

วิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมที่ใช้ในการหาผลเฉลยเริ่มต้นของปัญหาการจัดสรรห้องเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดดัชนีการใช้พลังงานพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าส่วนอื่นเฉลี่ยต่อนักศึกษาต่ำที่สุด โดยสอดคล้องกับเงื่อนไขของการจัดตารางเรียนตารางสอน ซึ่งรายละเอียดขององค์ประกอบและขั้นตอนของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมการจัดตารางการใช้ห้องเรียนมีดังนี้

2.1 แนวคิดการแก้ไขปัญหา (Key Idea) ของการสร้างวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม

การจัดสรรห้องเรียนเป็นปัญหาย่อยของปัญหาการจัดตารางเรียนตารางสอนซึ่งจะต้องทำการพิจารณาในทุกภาคการศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่จะทำการพิจารณาเพียงความจุของห้องเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณของนักศึกษา โดยไม่ได้ทำการพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเรียนที่มีความแตกต่างกันอันเนื่องมาจากทิศทางการรับแสงอาทิตย์และขนาดของห้องเรียน ในบทนี้จึงได้ทำการสร้างวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม โดยจัดสรรห้องเรียนให้กับรายวิชาที่มีการเรียนร่วมของนักศึกษาจากภาควิชาและชั้นปีที่มากที่สุดมาทำการจัดสรรห้องเรียนก่อน เนื่องจากวิชาเหล่านี้อาจจะเกิดความยุ่งยากในการจัดการหากต้องทำการเปลี่ยนเวลาการเรียนการสอน โดยห้องเรียนที่เลือกใช้ควรมีปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบรอบอาคารของผนังด้านนอกที่ต่ำที่สุดในเวลานั้น ๆ และทำการพิจารณาดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมด

2.2 สมมติฐานของปัญหา (Assumption)

สมมติฐานของปัญหาการจัดสรรห้องเรียนได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับรูปแบบของปัญหาโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 รายวิชาที่ทำการจัดสรรห้องเรียนนั้นจะพิจารณาจัดสรรห้องเรียนเฉพาะรายวิชาที่เลือกทำการเรียนการสอนในอาคารที่ต้องทำการพิจารณาเท่านั้น

2.2.2 รายวิชาที่สามารถเปลี่ยนแปลงเวลาการเรียนการสอนได้ ซึ่งควรทำการย้ายช่วงเวลาเรียนให้ใกล้เคียงกับช่วงเวลาเรียนที่ได้กำหนดไว้ในเบื้องต้นและควรมีรายวิชาที่ทำการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาเรียนให้น้อยที่สุด โดยสอดคล้องกับเงื่อนไขของการลงทะเบียน เช่น ห้ามเกิดการซ้อนทับของการเรียนการสอนของอาจารย์หรือนักศึกษา การซ้อนทับของการใช้ห้องเรียนและเกิดการเรียนการสอนของอาจารย์หรือนักศึกษาติดต่อกันเกิน 3 ชั่วโมง เป็นต้น

2.2.3 ควรหลีกเลี่ยงการใช้ชั่วโมงทำการเรียนการสอนในช่วงเวลาพัก (ช่วงเวลา 12.00-13.00 และช่วงเวลา 18.00-19.00)

2.2.4 ภาระของระบบปรับอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา และทิศทางของห้องเรียน

2.2.5 จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ใช้ในแต่ละห้องเรียนมีจำนวนเท่ากันทุกห้องยกเว้น หลอดไฟฟ้าและเครื่องขยายเสียงที่มีจำนวนแตกต่างกันตามขนาดของห้องเรียนและมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อเครื่อง (วัตต์/เครื่อง) ที่เท่ากันในทุกห้องเรียน

2.2.6 รายวิชาเรียนวิชาหนึ่ง ๆ จะไม่มีการทำการเรียนมากกว่าหนึ่งช่วงเวลาภายในวันเดียวกัน

2.2.7 รายวิชาเดียวกันหากมีการเรียนการสอนมากกว่าหนึ่งวันในสัปดาห์ควรทำการเรียนการสอนในช่วงเวลาและห้องเรียนเดียวกัน

2.2.8 ไม่สามารถทำการเลื่อนเวลาการเรียนการสอนของรายวิชาที่มีอาจารย์หรือนักศึกษาไปทำการเรียนการสอนนอกอาคารที่กำลังพิจารณาได้

2.3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม (Parameters)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในขั้นตอนของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม มีดังต่อไปนี้

i	= ดัชนีของรายวิชา	; $i = 1,2,3,...,a$
j	= ดัชนีของเซคชัน	; $j = 1,2,3,...,b$
k	= ดัชนีของภาควิชาของนักศึกษา	; $k = 1,2,3,...,c$
m	= ดัชนีของชั้นปีของนักศึกษา	; $m = 1,2,3,...,d$
n	= ดัชนีของอาจารย์ผู้ทำการสอน	; $n = 1,2,3,...,e$
q	= ดัชนีของห้องเรียน	; $q = 1,2,3,...,f$
p	= ดัชนีของช่วงเวลาที่ทำการเรียนการสอน	; $p = 1,2,3,...,g$
r	= ดัชนีของวันที่ทำการเรียนการสอน	; $r = 1,2,3,...,h$

v = ดัชนีของด้านนอกกรอบอาคารที่มีการถ่ายเทพลังงาน ; $v = 1,2,3,...,8$ โดยที่ $1,2,3,...,8$ แทนทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ตามลำดับ

$L_{ijprkmn}$ = *รายวิชา i เซคชัน j ทำการเรียนการสอนช่วงเวลา p ในวัน r* โดยนักศึกษาภาควิชา k ชั้นปี m และอาจารย์ n

$NL_{ijprkmn}$ = รายวิชา i เซคชัน j ทำการเรียนการสอนช่วงเวลา p ในวัน r โดยนักศึกษาภาควิชา k ชั้นปี m อาจารย์ n ที่นักศึกษาภาควิชา k ชั้นปี m หรืออาจารย์ n ไปทำการเรียนการสอนนอกอาคารที่ทำการพิจารณา

L_{ij} = รายวิชา i เซคชัน j

S_{ijkm} = จำนวนการเรียนร่วมของนักศึกษาภาควิชา k ชั้นปี m ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา i เซคชัน j (ภาควิชาและชั้นปีของนักศึกษา)

SL_{ijkm} = จำนวนภาระการเรียนของรายวิชาหลักตามหลักสูตรที่ต้องลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาภาควิชา k ชั้นปี m ที่ลงเรียนในรายวิชา i เซคชัน j (วิชา)

TL_{ijn} = จำนวนภาระการสอนของอาจารย์ n ที่สอนในรายวิชา i เซคชัน j (วิชา)

$OTTV_{qpr}$ = ความร้อนจากการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบรอบอาคารของผนังด้านนอกของห้องเรียน q ในช่วงเวลา p วัน r ซึ่งได้จากการคำนวณดังสมการที่ 2.1 และ 2.2 ในบทที่ 2

N_{ij} = จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ทำการลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ i เซคชัน j

R_q = ห้องเรียน q

R_{qpr} = ห้องเรียน q ในช่วงเวลา p วัน r

C_q = ความจุของห้องเรียน q

A_{vq} = พื้นที่นอกกรอบอาคารที่มีการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบรอบอาคารของผนังด้าน v ห้องเรียน q

WWR_{vq} = อัตราส่วนพื้นที่โปร่งแสงต่อพื้นที่ทึบแสงของผนังด้าน v ห้องเรียน q

FL_q = ปริมาณหลอดไฟฟ้าในห้องเรียน q

FS_q = ปริมาณเครื่องขยายเสียงในห้องเรียน q

Z_q = โซนของห้องเรียน q

YE_i = ปีการศึกษาของรายวิชา i

SEM_i = ภาคการศึกษาของรายวิชา i

CM_{ij} = เซตของรายวิชา i เซคชัน j ที่สามารถเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้

NM_{ij} = เซตของรายวิชา i เซคชัน j ที่ไม่สามารถเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้

RM_{qpr} = เซตของห้องเรียน q ในช่วงเวลา p วัน r

PAL = การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ (กิโลวัตต์/นักศึกษา/ภาคการศึกษา)

PEL = การใช้พลังงานในเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ (กิโลวัตต์/นักศึกษา/ภาคการศึกษา)

PCL = ดัชนีของการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรวม (กิโลวัตต์/นักศึกษา/ภาคการศึกษา)

SAL = การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ (กิโลวัตต์/ภาคการศึกษา)

SEL = การใช้พลังงานในเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ (กิโลวัตต์/ภาคการศึกษา)

SCL = ดัชนีของการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยรวม (กิโลวัตต์/รายวิชา/ภาคการศึกษา)

2.4 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

ตัวแปรตัดสินใจของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม คือ

$L_{ijprqkmn}$ = รายวิชา i เซคชัน j ทำการเรียนการสอนช่วงเวลา p ในวัน r ในห้องเรียน q โดยอาจารย์ท่านที่ n นักศึกษาภาควิชา k ชั้นปี m

2.5 ตัวแปรไบนารี (Binary Decision Variables)

X_{ijkmpr} = 1 เมื่อ นักเรียนภาควิชา k ชั้นปี m ทำการเรียนรายวิชา i เซคชัน j ในช่วงเวลา p วัน r

= 0 เมื่อ เป็นกรณีอื่น

Y_{ijnpr} = 1 เมื่อ อาจารย์ n ทำการสอนรายวิชา i เซคชัน j ในช่วงเวลา p วัน r

= 0 เมื่อ เป็นกรณีอื่น

CS_{ij} = 1 เมื่อ รายวิชา i เซคชัน j สามารถเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้

= 0 เมื่อ รายวิชา i เซคชัน j ไม่สามารถเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้

2.6 ขั้นตอนของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม

ตัวอย่างการคำนวณของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมการคัดเลือกรายวิชาและการจัดสรรห้องเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการคำนวณโดยละเอียด โดยได้ทำการสมมติโจทย์ปัญหาและทำการหาผลเฉลยเริ่มต้นของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม ซึ่งมีรายละเอียดขององค์ประกอบและขั้นตอนการคำนวณดังต่อไปนี้

2.6.1 ส่วนที่ 1 การรับข้อมูลป้อนเข้า (Inputs) โดยข้อมูลป้อนเข้าสำหรับวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมการคัดเลือกรายวิชาและการจัดตารางการใช้ห้องเรียน มีดังนี้

(1) พื้นที่นอกกรอบอาคารของห้องเรียน (A_{vq})

(2) พื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านของห้องเรียน (WWR_{vq})

(3) ความจุของห้องเรียน (C_q)

(4) ปริมาณหลอดไฟฟ้าในห้องเรียน (FL_q)

(5) ปริมาณเครื่องขยายเสียงในห้องเรียน (FS_q)

(6) โซนของห้องเรียนที่ทำการพิจารณา (Z_q)

(7) ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดสรรให้กับรายวิชา (R_q)

(8) ภาคการศึกษา (SEM_i)

(9) รายวิชาที่ต้องทำการจัดสรรห้องเรียน ($L_{ijprkmn}$)

(10) รายวิชาที่ทำการเรียนการสอนนอกอาคารที่ทำการพิจารณา ($NL_{ijprkmn}$)

(11) จำนวนนักศึกษาที่ทำการลงทะเบียนในแต่ละรายวิชาและเซคชัน (N_{ij})

(12) ความสามารถในการย้ายเวลาทำการเรียนการสอน (CS_{ij})

2.6.2 ส่วนที่ 2 การหาภาระการปรับอากาศภายนอกอาคารของห้องเรียนที่ทำการพิจารณาในเวลาต่าง ๆ ($OTTV_{qpr}$) โดยสามารถคำนวณดังสมการที่ 2.1 และ 2.2 ด้วยข้อมูลป้อนเข้าดังต่อไปนี้ R_q, A_{vq}, WWR_{vq}, Z_q, และ SEM_i ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ ข.1–ข.4 (ภาคผนวก ข)

2.6.3 ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการคำนวณของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมมีขั้นตอนย่อยดังนี้

(1) พิจารณารายวิชา L_{ij} ว่าสามารถเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้หรือไม่

ใช่ จัดลงเซต CM_{ij}

ไม่ จัดลงเซต NM_{ij}

(2) พิจารณาเซต NM_{ij} เลือกรายวิชาที่จะทำการจัดสรรห้องเรียน

(2.1) เลือกรายวิชาและเซคชันที่มีการเรียนร่วมของนักศึกษามากที่สุด

$$Max\sum_{k=1}^{c}\sum_{m=1}^{d}S_{ijkm}\ ,\forall i\forall j$$

(2.2) เลือกรายวิชาและเซคชันที่อาจารย์มีภาระการสอนมากที่สุด

$$Max\sum_{i=1}^{a}TL_{ijn}\ ,\forall n$$

(2.3) เลือกรายวิชาและเซคชันที่นักศึกษาที่ลงทะเบียนมีภาระการเรียนมากที่สุด

$$Max\sum_{k=1}^{c}\sum_{m=1}^{d}SL_{ijkm}\ ,\forall i\forall j$$

(3) จัดสรรห้องเรียน R_q จากเซต RM_{qpr} ให้กับรายวิชา i โดยเลือกห้องเรียนที่มีความจุน้อยที่สุด $Min\ C_q$

ตรวจสอบว่า $C_q \geq N_{ij}$ หรือไม่

ใช่ ไปทำขั้นตอนที่ 4

ไม่ ให้เลือกห้องเรียนที่มี $Min\ C_q$ ถัดไปแล้วกลับไปพิจารณาในขั้นตอนที่ 3

(4) เลือกห้องที่มีภาระการปรับอากาศนอกกรอบอาคารต่ำที่สุด

ตรวจสอบว่าห้องเรียน q ที่ตรงตามเงื่อนไขมีเพียงห้องเรียนเดียวหรือไม่

ใช่ จัดสรรห้องเรียน R_{qpr} ให้กับรายวิชา L_{ij}

ไม่ เลือกห้องเรียนที่มี $Min\ OTTV_{qpr}$ แล้วทำการจัดสรร R_{qpr} ให้กับรายวิชา L_{ij}

(5) อัพเดตรายวิชา L_{ij} ในเซต NM_{ij} และห้องเรียน R_{qpr} ในเซต RM_{qpr}

$$NM_{ij} \Leftarrow NM_{ij} - L_{ij}$$

$$RM_{qpr} \Leftarrow RM_{qpr} - R_{qpr}$$

(6) บันทึกตารางการจัดสรรห้องเรียน R_{qpr} ให้กับรายวิชา $L_{ijprqkmn}$

(7) ตรวจสอบว่าเซต $NM_{ij} = \varnothing$ หรือไม่

ใช่ ไปทำขั้นตอนที่ 8

ไม่ กลับไปทำขั้นตอนที่ 2

(8) พิจารณาเซต CM_{ij} เลือกรายวิชาที่จะทำการจัดสรรห้องเรียน

(8.1) เลือกรายวิชาและเซคชันที่มีการเรียนร่วมของนักศึกษามากที่สุด

$$Max\sum_{k=1}^{c}\sum_{m=1}^{d} S_{ijkm}\ ,\forall i\forall j$$

(8.2) เลือกรายวิชาและเซคชันที่อาจารย์มีภาระการสอนมากที่สุด

$$Max\sum_{i=1}^{a} TL_{ijn}\ ,\forall n$$

(8.3) เลือกรายวิชาและเซคชันที่นักศึกษาที่ลงทะเบียนมีภาระการเรียนมากที่สุด

$$Max\sum_{k=1}^{c}\sum_{m=1}^{d} SL_{ijkm}\ ,\forall i\forall j$$

(9) เลือกจัดสรรห้องเรียน R_q จากเซต RM_{qpr} ให้กับรายวิชา i โดยเลือกห้องเรียนที่มีความจุน้อยที่สุด $Min\ C_q$

ตรวจสอบว่า $C_q \geq N_i$ หรือไม่

ใช่ ไปทำขั้นตอนที่ 10

ไม่ ทำขั้นตอนที่ 9.1

(9.1) เปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอน p ในวัน r ของรายวิชา L_{ij} โดยที่มีเงื่อนไขดังนี้

1) $\sum_{i=1}^{a} X_{ijkmpr} \leq 1$ และ $\sum_{i=1}^{a} Y_{ijpr} \leq 1$

2) อาจารย์และนักศึกษาห้ามทำการเรียนการสอนติดกันเกิน 3 ชั่วโมง

3) พิจารณาว่าเวลาทำการเรียนการสอน p อยู่ในช่วงเวลาใดจะสามารถทำการเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้เพียงในช่วงเวลานั้นโดยแบ่งออกเป็น 3

ช่วงเวลาคือ คือช่วงเวลา 8.00-12.00, ช่วงเวลา 13.00-18.00 และช่วงเวลา 19.00-22.00 นาฬิกา ตามลำดับ

4) ช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปจะไม่มีการทำการเรียนการสอนในช่วงของเวลาพัก ซึ่งมีอยู่ 2 ช่วงเวลาคือ 12.00-13.00 และช่วงเวลา 18.00-19.00

ตรวจสอบว่า มีช่วงเวลา p ตรงตามเงื่อนไขหรือไม่

มี พิจารณาว่ามีช่วงเวลาเดียวหรือใช่หรือไม่

ใช่ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 10

ไม่ เลือกช่วงเวลาที่มี $Min\ OTTV_{qpr}$

ไม่ ให้เลือกห้องเรียนที่มี $Min\ C_q$ ถัดไป

กลับไปพิจารณาในขั้นตอนที่ 9

(10) เลือกห้องที่มีภาระการปรับอากาศนอกกรอบอาคารต่ำที่สุด

ตรวจสอบว่าห้องเรียน q ที่ตรงตามเงื่อนไขมีเพียงห้องเรียนเดียวหรือไม่

ใช่ จัดสรรห้องเรียน R_{qpr} ให้กับรายวิชา L_{ij}

ไม่ เลือกห้องเรียนที่มี $Min\ OTTV_{qpr}$ แล้วทำการจัดสรร R_{qpr} ให้กับรายวิชา L_{ij}

(11) อัพเดตรายวิชา L_{ij} ในเซต CM_{ij} และห้องเรียน R_{qpr} ในเซต RM_{qpr}

$$CM_{ij} \Leftarrow CM_{ij} - L_{ij}$$

$$RM_{qpr} \Leftarrow RM_{qpr} - R_{qpr}$$

(12) บันทึกตารางการจัดสรรห้องเรียน R_{qpr} ให้กับรายวิชาที่ $L_{ijprqkmn}$

(13) ตรวจสอบว่าเซต $CM_{ij} = \varnothing$ หรือไม่

ใช่ ไปทำการคำนวณปริมาณการใช้พลังงาน

ไม่ กลับไปทำขั้นตอนที่ 8

2.6.4 ส่วนที่ 4 การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

(1) การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

$$SAL = \left[\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}(L_{ijkmnqpr} * OTTV_{qpr}) + \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}((L_{ijkmnqpr} * ((N_{ij}+1)*185)) + (L_{ijkmnqpr} * FL_q * 36.8) + (L_{ijkmnqpr} * FS_q * 20) + (L_{ijkmnqpr} * 550))\right] / (10.6 * 0.293 * 1000)$$

$$PAL = \left[(\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}(L_{ijkmnqpr} * OTTV_{qpr}) + \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}((L_{ijkmnqpr} * ((N_{ij}+1)*185)) + (L_{ijkmnqpr} * FL_q * 36.8) + (L_{ijkmnqpr} * FS_q * 20) + (L_{ijkmnqpr} * 550))*16\right] / (10.6 * 0.293 * 1000 * / N_{ij})$$

(2) การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

$$SEL = \left[(L_{ijkmnqpr} * FL_q * 41) + (L_{ijkmnqpr} * FS_q * 20) + (L_{ijkmnqpr} * 550)\right]/1000$$

$$PEL = \left[((L_{ijkmnqpr} * FL_q * 41) + (L_{ijkmnqpr} * FS_q * 20) + (L_{ijkmnqpr} * 550)) * 16\right]/(1000 * N_{ij})$$

(3) การคำนวณดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อนักศึกษาได้ดังนี้

$$SCL = \left[(SAL + SEL) * 16\right] / \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=i}^{b} L_{ij}$$

$$PCL = PAL + PEL$$

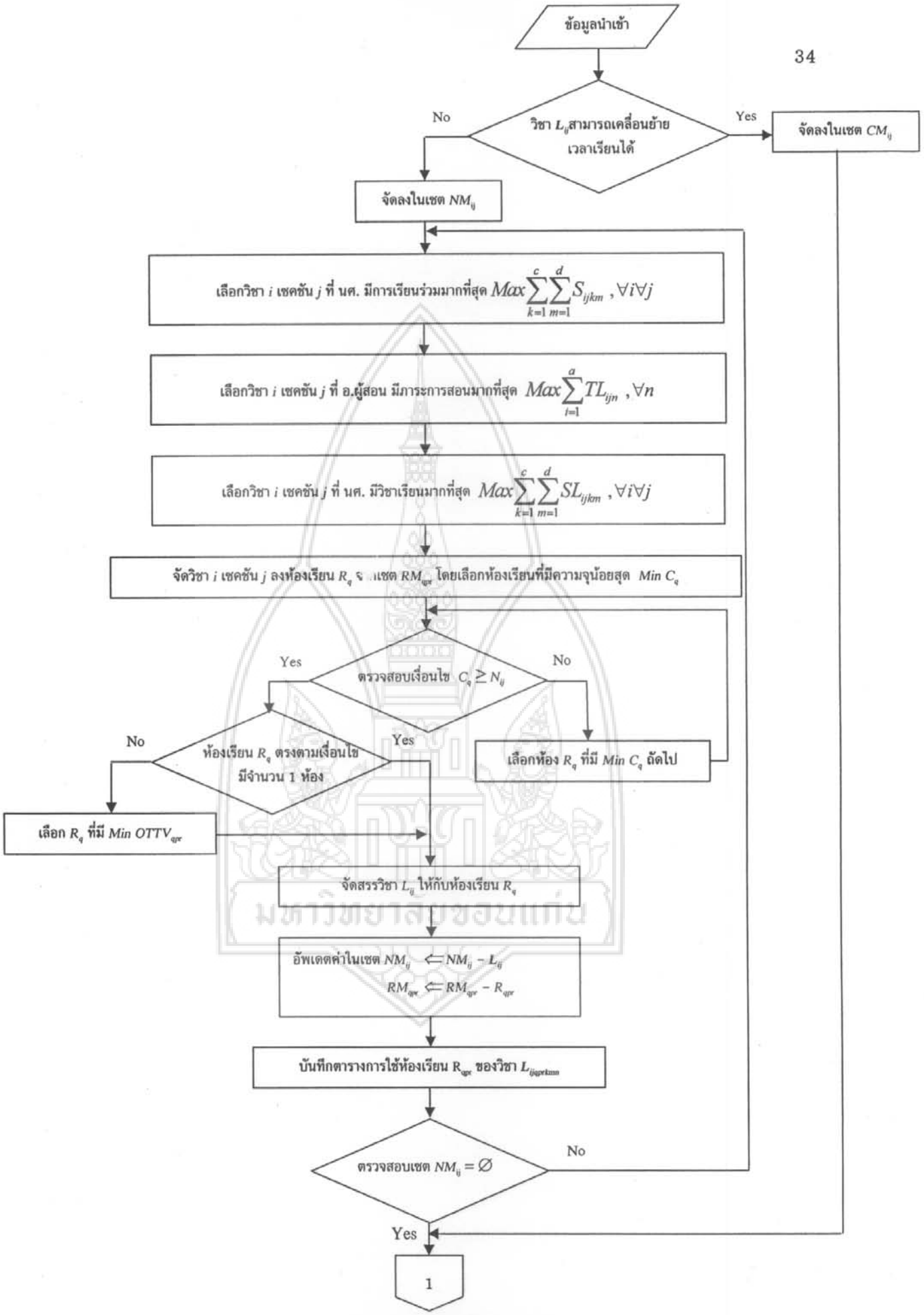
2.7 ตัวอย่างการคำนวณของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมการเลือกรายวิชาและการจัดสรรห้องเรียน

ตัวอย่างการคำนวณของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมของการเลือกลำดับรายวิชาและการจัดสรรห้องเรียน แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการคำนวณโดยละเอียด โดยได้ทำการสมมติโจทย์ปัญหาและทำการหาผลเฉลยเริ่มต้นของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม ซึ่งมีรายละเอียดของปัญหาและขั้นตอนการคำนวณดังต่อไปนี้

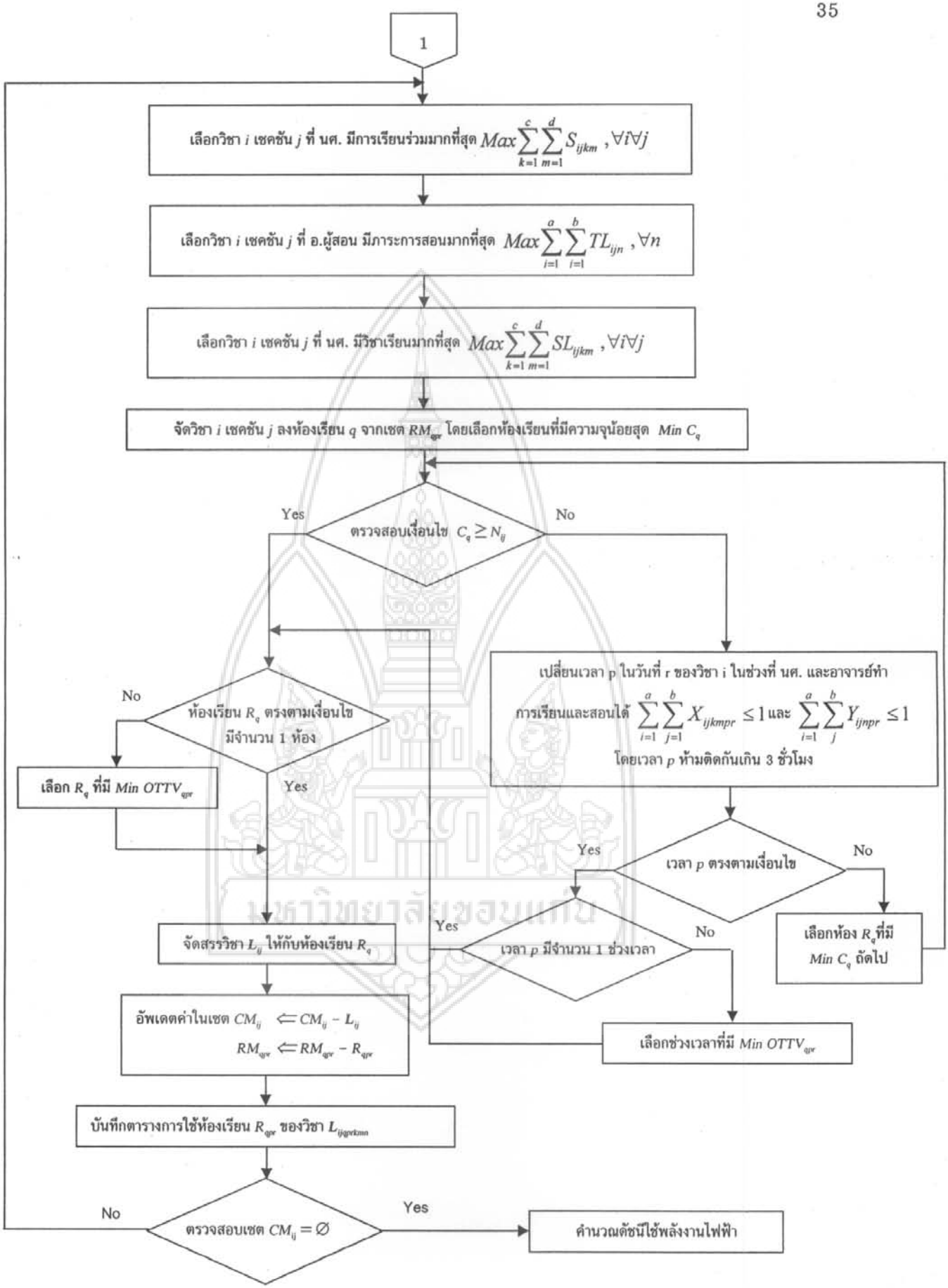
2.7.1 ส่วนที่ 1 การรับข้อมูลป้อนเข้า (Inputs) โดยข้อมูลป้อนเข้าสำหรับวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมการเลือกรายวิชาและการจัดตารางการใช้ห้องเรียนดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงรายวิชาตัวอย่างที่ต้องทำการจัดสรรห้องเรียน

รายวิชา	วัน	เวลา	อาจารย์	นักศึกษา ภาควิชา(ชั้นปี)	จำนวน (คน)	การย้าย เวลา เรียน	ภาคเรียน
L_{11}	อ. พฤ.	9.30-11.00	A1	CHEM(2), IE(3)	30	ได้	1
L_{21}	จ. พ. ศ.	9.00-10.00	A1	IE(2), IE(3), IE(4)	32	ได้	1
L_{31}	จ. พ. ศ.	13.00-14.00	A2	IE(2)	29	ได้	1
L_{41}	อ. พฤ.	13.00-14.30	A3	IE(2), ME(2), CHEM(2), CE(2)	57	ได้	1
L_{51}	จ. พ. ศ.	11.00-12.00	A4	COE(2), IE(3) IE(4), CHEM(3)	35	ได้	1
L_{52}	จ. พ. ศ.	9.00-10.00	A4	SIE(2)	25	ไม่ได้	1
L_{61}	จ. พ. ศ.	8.00-9.00	A4	SIE(1)	23	ไม่ได้	1
L_{71}	จ. พ. ศ.	13.00-14.00	A5	SIE(2), SIE(3)	21	ไม่ได้	1
L_{81}	อ. พฤ.	14.00-15.30	A1	CE(2), IE(4), SIE(3)	59	ได้	1
L_{91}	อ. พฤ.	13.00-14.30	A6	IE(3),SIE(4)	35	ไม่ได้	1



ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมในการหาผลเฉลยเริ่มต้น



ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมในการหาผลเฉลยเริ่มต้น (ต่อ)

ตารางที่ 4.2 แสดงรายวิชาอาจารย์หรือนักศึกษาไปทำการเรียนการสอนภายนอกอาคารที่ทำการพิจารณา

รายวิชา	วัน	เวลา	อาจารย์	นักศึกษา ภาควิชา(ชั้นปี)
NL_{11}	จ. พ. ศ.	16.30-17.30	A1	MS(4)
NL_{21}	จ. พ. ศ.	13.00-14.00	A4	MS(3)
NL_{31}	จ. พ. ศ.	11.00-12.00	A1	TE(2)
NL_{41}	อ. พฤ.	15.00-16.30	B3	IE(2)

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของห้องเรียนที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน

ห้องเรียน	ความจุที่สามารถรองรับได้ (คน)	พื้นที่ทั้งหมดนอกกรอบอาคารในแต่ละด้าน (m^2), สัดส่วนพื้นที่โปร่งแสงต่อพื้นที่ทึบแสง *(WWR)*								ปริมาณหลอดไฟฟ้า (หลอด)	ปริมาณเครื่องขยายเสียง	โซนของห้องเรียน
		N	E	S	W	NE	NW	SE	SW			
1	35	18,0.3	18,0.5	30,0	0	0	0	0	0	12	4	2
2	35	18,0.3	0	18,0.5	0	0	0	0	0	12	4	2
3	60	27,0.3	27,0.5	0	0	0	0	0	0	18	6	2
4	90	36,0.3	36,0.5	0	0	0	0	0	0	24	8	2

2.7.2 ส่วนที่ 2 ขั้นตอนการคำนวณการใช้พลังงาน $OTTV_{qpr}$ ของห้องเรียน

ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาลำดับรายวิชาและการจัดตารางการใช้ห้องเรียนเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานระบบปรับอากาศรวมต่ำที่สุด มีดังนี้

ทำการคำนวณการใช้พลังงาน $OTTV_{qpr}$ ของห้องเรียนโดยสามารถคำนวณดังสมการที่ 2.1 และ 2.2 ด้วยข้อมูลป้อนเข้าดังนี้ R_q, A_{vq}, WWR_{vq}, Z_q, และ SEM_i ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ ข.1-ข.4 (ภาคผนวก ข)

2.7.3 ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการคำนวณของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม

(1) พิจารณารายวิชาต่าง ๆว่าสามารถทำการเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้หรือไม่แล้วจัดลงเซต NM_{ij} และ CM_{ij} ตามลำดับ ซึ่งได้ผลการจัดเซตดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการจัดรายวิชาทั้งหมดลงเซต NM_{ij} และ CM_{ij}

เซต	วัน
NM_{ij}	$L_{52}, L_{61}, L_{71}, L_{91}$
CM_{ij}	$L_{11}, L_{21}, L_{31}, L_{41}, L_{51}, L_{81}$

(2) พิจารณาเซต NM_{ij} เลือกรายวิชาที่จะทำการจัดสรรห้องเรียน

(2.1) เลือกรายวิชาและเซคชันที่มีการเรียนร่วมของนักศึกษามากที่สุด ได้รายวิชา L_{71} และ L_{91}

(2.2) เลือกรายวิชาและเซคชันที่อาจารย์มีภาระของการสอนมากที่สุด ได้รายวิชา L_{71} และ L_{91} ; A5 และ A6 มีภาระของการสอนเท่ากัน

(2.3) เลือกรายวิชาและเซคชันที่นักศึกษาที่ละทะเบียนมีภาระการเรียนมากที่สุด ได้รายวิชา L_{91} ; ภาระการเรียน S_{71}= 4 และ S_{91} = 5

(3) จัดสรรห้องเรียนให้กับรายวิชา L_{91} โดยเลือกห้องเรียนที่มีความจุน้อยที่สุดคือ 35

ตรวจสอบแล้ว พบว่าปริมาณนักศึกษาน้อยกว่าความจุต่ำที่สุดของห้อง ไปทำขั้นตอนที่ 4

(4) เลือกห้องที่มีภาระการปรับอากาศนอกกรอบอาคารต่ำที่สุด ตรวจสอบเงื่อนไขของห้องเรียนว่าแล้วพบว่ามี 2 ห้องเรียน คือห้องที่ 1 และ 2

ทำการจัดสรรห้องเรียนที่ 2 ; $OTTV_1$ = 9762.03 วัตต์/สัปดาห์, $OTTV_2$= 8193.006 วัตต์/สัปดาห์

(5) อัพเดตรายวิชา L_{91}

เซต NM_{ij} = { L_{52}, L_{61}, L_{71}}

เซต RM_{qpr} = { RM_{qpr} – {$R_{2\,11\,1}$, $R_{2\,12\,1}$, $R_{2\,11\,3}$, $R_{2\,12\,3}$, $R_{2\,11\,5}$, $R_{2\,12\,5}$}}

(6) บันทึกตารางการจัดสรรห้องเรียน $R_{2\,11\,1}$, $R_{2\,12\,1}$, $R_{2\,11\,3}$, $R_{2\,12\,3}$, $R_{2\,11\,5}$ และ $R_{2\,12\,5}$ ให้กับรายวิชาที่ L_{91}

(7) ตรวจสอบเซต NM_{ij} พบว่าเซต $NM_{ij} \neq \varnothing$ วนกลับไปทำจน $NM_{ij} = \varnothing$ พบว่ารายวิชาต่อมาที่ทำการจัดสรรห้องเรียนคือ L_{71}, L_{52} และ L_{61} ตามลำดับ เพราะ L_{71} มีการเรียนร่วมมากที่สุด และ L_{52} อาจารย์ผู้ทำการสอนมีภาระการสอนมากกว่า L_{61} โดยห้องเรียนที่ทำการจัดสรรเป็นดังนี้

ห้องเรียนที่ $R_{1\,11\,1}$, $R_{1\,12\,1}$, $R_{1\,11\,3}$, $R_{1\,12\,3}$, $R_{1\,11\,5}$ และ $R_{1\,12\,5}$ ให้กับวิชา L_{71}

ห้องเรียนที่ $R_{2\,4\,1}$, $R_{2\,5\,1}$, $R_{2\,4\,3}$, $R_{2\,5\,3}$, $R_{2\,4\,5}$ และ $R_{2\,4\,5}$ ให้กับรายวิชา L_{52}

ห้องเรียนที่ $R_{2\,1\,1}$, $R_{2\,2\,1}$, $R_{2\,1\,3}$, $R_{2\,2\,3}$, $R_{2\,1\,5}$ และ $R_{2\,2\,5}$ ให้กับรายวิชา L_{61}

และทำการบันทึกตารางการจัดสรรห้องเรียนดังที่กล่าวไปแล้ว

(8) พิจารณาเซต CM_{ij} เลือกรายวิชาที่จะทำการจัดสรรห้องเรียน

(8.1) เลือกรายวิชาและเซคชันที่มีการเรียนร่วมของนักศึกษามากที่สุด ได้รายวิชา L_{41} และ L_{51}

(8.2) เลือกรายวิชาและเซคชันที่อาจารย์มีภาระการสอนมากที่สุด ได้รายวิชา L_{51} ; A5 มีภาระการสอนมากกว่า A3

(9) จัดสรรห้องเรียนให้กับรายวิชา L_{51} โดยเลือกห้องเรียนที่มีความจุน้อยที่สุดคือ 35 ไปทำขั้นตอนที่ 10

(10) เลือกห้องที่มีภาระการปรับอากาศนอกกรอบอาคารต่ำที่สุด ตรวจสอบเงื่อนไขของห้องเรียนแล้วพบว่ามี 2 ห้องเรียน คือห้องที่ 1 และ 2

ทำการจัดสรรห้องเรียนที่ 2 ; $OTTV_1$ = 9,762.03 วัตต์/สัปดาห์, $OTTV_2$= 8,193.006 วัตต์/สัปดาห์

(11) อัพเดตรายวิชา L_{51}

เซต CM_{ij} = { L_{11}, L_{21}, L_{31}, L_{41}, L_{81}}

เซต RM_{qpr} = { RM_{qpr} – {R_{271}, R_{281}, R_{273}, R_{283}, R_{275}, R_{285}}}

(12) บันทึกตารางการจัดสรรห้องเรียน R_{271}, R_{281}, R_{273}, R_{283}, R_{275} และ R_{285} ให้กับรายวิชาที่ L_{91}

(13) ตรวจสอบพบว่าเซต $CM_{ij} \neq \varnothing$ จึงวนกลับไปทำจน $CM_{ij} = \varnothing$ พบว่ารายวิชาที่เหลือคือ L_{11}, L_{21}, L_{31}, L_{41}, L_{81} ซึ่งทำการเลือกรายวิชาและเซคชันที่มีการเรียนร่วมของนักศึกษามากที่สุด

ได้รายวิชา L_{41} ; มีการเรียนร่วมที่มากที่สุด

(14) จัดสรรห้องเรียนให้กับรายวิชา L_{41} โดยเลือกห้องเรียนที่มีความจุน้อยที่สุดคือ 35

พบว่า N_{ij} = 57 ซึ่งมากกว่า 35 จึงต้องทำการการพิจารณา C_q ถัดไป คือ ความจุที่ 60 แล้วทำขั้นตอนที่ 15

(15) เลือกห้องที่มีภาระการปรับอากาศนอกกรอบอาคารต่ำที่สุด ตรวจสอบเงื่อนไขของห้องเรียนแล้วพบว่ามีเพียงห้องเรียนเดียวคือห้องเรียนที่ 3 และสามารถทำการจัดสรรได้

(16) อัพเดตรายวิชา L_{41}

เซต NM_{ij} = { L_{11}, L_{21}, L_{31}, L_{81}}

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เซต RM_{qpr} = { RM_{qpr} – {$R_{3\,11\,2}$, $R_{3\,12\,2}$, $R_{3\,13\,2}$, $R_{3\,11\,4}$, $R_{2\,12\,4}$, $R_{2\,13\,4}$}}

(17) บันทึกตารางการจัดสรร $R_{3\,11\,2}$, $R_{3\,12\,2}$, $R_{3\,13\,2}$, $R_{3\,11\,4}$, $R_{2\,12\,4}$ และ $R_{2\,13\,4}$ ให้กับรายวิชาที่ L_{41}

(18) ตรวจสอบพบว่าเซต $CM_{ij} \neq \varnothing$ จึงวนกลับไปทำจน $CM_{ij} = \varnothing$ พบว่ารายวิชาที่เหลือคือ L_{11}, L_{21}, L_{31}, L_{81} ซึ่งทำการเลือกรายวิชาและเซคชันที่มีการเรียนร่วมของนักศึกษามากที่สุด

ได้รายวิชา L_{81} และ L_{21} ; มีการเรียนร่วมที่มากที่สุด

(18.1) เลือกรายวิชาและเซคชันที่อาจารย์มีภาระการสอนมากที่สุด

ได้รายวิชา L_{81} ; A1 มีภาระการสอนมากกว่า A7

(19) จัดสรรห้องเรียนให้กับรายวิชา L_{81} โดยเลือกห้องเรียนที่มีความจุน้อยที่สุด คือ 35

พบว่า N_{ij} = 59 ซึ่งมากกว่า 35 จึงต้องทำการการพิจารณา C_q ถัดไป คือ ความจุที่ 60 แต่มีการใช้ห้องเรียนที่ 3 ไปแล้วทำให้ไม่สามารถจัดสรรให้รายวิชา L_{81}

(20) ทำการเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอน p ในวัน r ของรายวิชา L_{81} โดยที่มีเงื่อนไขดังนี้

ตรวจสอบช่วงเวลาพบว่ามี 5 ช่วงเวลา คือช่วงเวลาที่ 14.30-16.00, 15.00-16.30, 15.30-17.00, 16.00-17.30 และ 16.30-18.00

เลือกช่วง 16.30-18.00 ; $Min\ OTTV_{qpr}$

(21) เลือกห้องที่มีภาระการปรับอากาศนอกกรอบอาคารต่ำที่สุด

ตรวจสอบเงื่อนไขของห้องเรียนแล้วพบว่ามีเพียงห้องเรียนเดียวคือห้องเรียนที่ 3 และสามารถทำการจัดสรรได้

(22) อัพเดตรายวิชา L_{81}

เซต NM_{ij} = { L_{11}, L_{21}, L_{31}}

เซต RM_{qpr} = { RM_{qpr} – {$R_{3\,16\,2}$, $R_{3\,17\,2}$, $R_{3\,18\,2}$, $R_{3\,16\,4}$, $R_{2\,17\,4}$, $R_{2\,18\,4}$}}

(23) บันทึกตารางการจัดสรร $R_{3\,16\,2}$, $R_{3\,17\,2}$, $R_{3\,18\,2}$, $R_{3\,16\,4}$, $R_{2\,17\,4}$ และ $R_{2\,18\,4}$ ให้กับรายวิชาที่ L_{81}

(24) วนกลับไปจัดสรรห้องเรียนจน $CM_{ij} = \varnothing$ พบว่าไม่มีรายวิชาที่เหลือ ซึ่งสามารถสรุปการจัดสรรห้องเรียนได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการจัดสรรห้องเรียนให้กับรายวิชาตัวอย่างด้วยวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม

รายวิชา	วัน	เวลา	ห้องเรียน
L_{11}	อ. พฤ.	9.30-11.00	2
L_{21}	จ. พ. ศ.	9.00-10.00	1
L_{31}	จ. พ. ศ.	13.00-14.00	1
L_{41}	อ. พฤ.	13.00-14.30	3
L_{51}	จ. พ. ศ.	11.00-12.00	1
L_{52}	จ. พ. ศ.	9.00-10.00	2
L_{61}	จ. พ. ศ.	8.00-9.00	2
L_{71}	จ. พ. ศ.	13.00-14.00	2
L_{81}	อ. พฤ.	16.30-18.00	1
L_{91}	อ. พฤ.	13.00-14.30	2

2.7.4 ส่วนที่ 4 การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ โดยการแทนค่าการใช้ห้องเรียนทุกรายวิชาที่ทำการจัดสรรในสมการ SAL และ PAL

SAL = 1,747.253 กิโลวัตต์/ภาคการศึกษา

PAL = 5.193 กิโลวัตต์/นักศึกษา/ภาคการศึกษา

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ โดยการแทนค่าการใช้ห้องเรียนทุกรายวิชาที่ทำการจัดสรรในสมการ SEL และ PEL

SEL = 556.016 กิโลวัตต์/ภาคการศึกษา

PEL = 1.780 กิโลวัตต์/นักศึกษา/ภาคการศึกษา

การคำนวณดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อรายวิชาได้ดังนี้

SCL = (1,747.253 + 556.0160)/10

= 231.327 กิโลวัตต์/รายวิชา/ภาคการศึกษา

การคำนวณดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อนักศึกษาได้ดังนี้

PCL = 6.973 กิโลวัตต์/นักศึกษา/ภาคการศึกษา

3. เมตะฮิวริสติกของการค้นหาผลเฉลยที่ดีขึ้นด้วยวิธีทาบูเสิร์ช

เมตะฮิวริสติก (Meta Heuristic) เป็นวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาผลเฉลยเบื้องต้นให้ดีขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกวิธีทาบูเสิร์ช อัลกอริทึมเข้ามาใช้พัฒนาผลเฉลยเบื้องต้นที่ได้จากวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม โดยมีรายละเอียดและองค์ประกอบ รวมทั้งขั้นตอนในการพัฒนาผลเฉลยเบื้องต้นดังนี้

3.1 องค์ประกอบหลักของวิธีทาบูเสิร์ช

องค์ประกอบหลักของวิธีทาบูเสิร์ชที่ใช้ในการพัฒนาผลเฉลยเบื้องต้นประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

3.1.1 ทาบูลิสต์ (Tabu List) เป็นตัวเก็บลักษณะซึ่งใช้ในการควบคุมการย้อนกลับหรือการหลงในวัฏจักรอยู่ในขอบเขตการค้นหาเดิม ๆ ซึ่งเป็นการเก็บคู่ของรายวิชาที่ทำการสลับเวลาทำการเรียนการสอน โดยกำหนดให้มีขนาดของทาบูลิสต์ เท่ากับ $T = T_1, T_2, ..., |T|$ ซึ่งความยาวของทาบูลิสต์ที่มีค่ามากที่สุดเป็น $|T|$ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ

(1) กรณี $n \leq 12$

$$|T| = \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$$

(2) กรณี $n > 12$

$$|T| = 7$$

โดยที่

$|T|$ = ขนาดของทาบูลิสต์

n = จำนวนรายวิชาที่ทำการพิจารณาสลับ

ในส่วนเริ่มของการพัฒนาผลเฉลยเบื้องต้น การเริ่มต้นประกอบด้วยทาบูลิสต์ที่เป็นเซตว่าง และเมื่อมีการสลับรายวิชาครั้งที่ $|T|$ การสลับรายวิชาแต่ละครั้งจะถูกบันทึกลงในทาบูลิสต์

3.1.2 มูฟ (Move) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผลเฉลยเดิม ซึ่งในการมูฟผลเฉลยที่เกิดขึ้นจะก่อให้เกิดชุดผลเฉลยหลาย ๆ ผลเฉลย ซึ่งส่วนนี้เรียกว่าเนเบอะฮูด (Neighborhood) โดยผลเฉลยที่ด้อยกว่าผลเฉลยที่ดีที่สุดและเป็นการหลีกเลี่ยงการถูกจำกัดโดยเลือกผลเฉลยเฉพาะถิ่น (Local Optimum) Sethanan (2001 cite from Glover F., 1990) กล่าวว่าการมูฟที่มีประสิทธิภาพคือการใช้วิธีการมูฟแบบแทรกข้อมูล (Insert Move) จะให้ผลเฉลยที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า แต่สำหรับปัญหาการจัดตารางการใช้ห้องเรียนนี้มีเงื่อนไขที่ต้องทำการพิจารณาหลายส่วน อีกทั้งประกอบด้วยทั้งรายวิชาที่สามารถเปลี่ยนเวลาเรียนได้และเปลี่ยนเวลาเรียนไม่ได้ งานวิจัยนี้จึงได้เลือกวิธีการสลับข้อมูล (Swap Move) มาใช้ในการค้นหาผลเฉลย

การสลับข้อมูลในงานวิจัยนี้จะทำการสลับเวลาทำการเรียนการสอนของรายวิชาและการจัดสรรห้องเรียนที่ได้จากการค้นหาผลเฉลยของวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม โดยการสลับรายวิชาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ห้องเรียนในแต่ละช่วงเวลาทำให้ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษามีค่าเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งในการสลับรายวิชาต้องสอดคล้องกับกับเนเบอะฮูดไซส์ที่เป็นขอบเขตของการมูฟ โดยการสลับข้อมูลเวลาทำการเรียนการสอนจะอนุญาตให้มีการสลับเวลาได้ก็ต่อเมื่อ คู่ของรายวิชาที่จะทำการสลับนั้นมีระยะเวลาในทำการเรียนการสอนที่เท่ากัน ทำการเรียนการสอนอยู่ภายในวันเดียวกัน ต้องไม่เกิดการซ้อนทับกันของการเรียนการสอนของอาจารย์และนักศึกษาในเวลาหนึ่ง และต้องไม่เกิดการเรียนการสอนที่ติดต่อกันเกิน 3 ชั่วโมง

3.1.3 เนเบอะฮูดไซส์ (Neighborhood Size) เป็นการกำหนดขอบเขตในการค้นหาผลเฉลยจากขอบเขตของการมูฟ (Move Distance; d) ซึ่งขอบเขตของการมูฟของปัญหาการจัด

ลำดับรายวิชาและตารางการใช้ห้องเรียน เป็นการกำหนดความกว้างของการสลับเวลาการทำการเรียนการสอน โดยขอบเขตการมูฟ สามารถคำนวณได้ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

(1) กรณี $n \leq 30$

$$d = \lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 1$$

(2) กรณี $n > 30$

$$d = (\lfloor \frac{n}{2} \rfloor / 2) * \frac{c}{4}$$

โดยที่ n = จำนวนรายวิชาที่ทำการจัดสรรห้องเรียน

$\lfloor n \rfloor$ = จำนวนเต็มที่มากที่สุดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ n

c = ค่าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 1 ถึง 4

อย่างไรก็ตาม สำหรับการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองหาค่า d ที่เหมาะสมพบว่าค่า d = 7 และเพื่อเป็นการหาค่าขอบเขตที่เหมาะสมที่สุด การสลับตำแหน่งจะเริ่มจากตำแหน่งแรกแล้วแทรกไปทางด้านขวามือจนถึงรายวิชาสุดท้าย ซึ่งหากตำแหน่งการสลับอยู่ตำแหน่งที่ 6 เป็นต้นไป การสลับจะแบ่งเป็นด้านซ้ายมือและด้านขวามือ โดยจะทำการสลับสองด้านในปริมาณเท่ากัน

3.1.4 ทาบูเรสทริคชัน (Tabu Restriction) คือ การป้องกันการแทรกจุดที่จะทำให้เกิดการวนกลับไปยังตำแหน่งเดิม (Reverse) มีด้วยกันหลายวิธีในการกำหนดทาบูเรสทริคชัน แต่วิธีการกำหนดทาบูเรสทริคชันโดยการประยุกต์ขอบเขตของการมูฟ (Move Distance; d) เป็นวิธีที่ดีที่สุด โดยพิจารณาการมูฟแต่ละครั้งว่าสามารถทำการมูฟได้หรือไม่ ซึ่งได้จากการพิจารณาทาบูเรสทริคชันได้อยู่ในทาบูลิสต์หรือไม่ หากไม่มีทาบูเรสทริคชันอยู่ในทาบูลิสต์ก็สามารถทำการสลับข้อมูลชุดนั้นได้ ในทางตรงข้ามถ้ามีข้อมูลทาบูเรสทริคชันอยู่ในทาบูลิสต์ก็ไม่สามารถทำการสลับรายวิชานั้นได้

3.1.5 แอดมีซซิเบิลมูฟ (Admissible Moves) คือ การสลับตำแหน่งที่เป็นไปได้ โดยจะมีการพิจารณาทาบูเรสทริคชันว่ามีคู่ที่อยู่ในทาบูลิสต์หรือไม่ ซึ่งสามารถทำการแบ่งได้ออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

(1) ถ้าไม่มีคู่ของทาบูเรสทริคชันที่อยู่ในทาบูลิสต์ก็จะอนุญาตให้มีการสลับตำแหน่งได้

(2) ถ้ามีคู่ของทาบูเรสทริคชันอยู่ในทาบูลิสต์จะไม่จะอนุญาตให้มีการสลับตำแหน่งเกิดขึ้น ยกเว้นเมื่อค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการสลับตำแหน่งให้ค่าฟังก์ชันเป้าหมายสูงกว่า แอซไพเรชันเลเวล (Aspiration Level) จึงจะอนุญาตให้สลับข้อมูลได้

3.1.6 เงื่อนไขการหยุดค้นหาผลเฉลย (Stopping Criteria) เป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการหยุดการค้นหาผลเฉลย แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

(1) เงื่อนไขการหยุดค้นหาผลเฉลยจากจำนวนรอบของการค้นหาผลเฉลย (Iteration) สูงสุด เท่ากับ 100 รอบ

(2) เงื่อนไขการหยุดค้นหาผลเฉลยจากจำนวนรอบของการค้นหาผลเฉลย (Iteration) ที่ไม่สามารถทำให้ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงกว่าเดิมได้ เท่ากับ 30 รอบ

3.1.7 ขั้นตอนการคำนวณของวิธีทาบูเสิร์ชสำหรับปัญหาการจัดสรรห้องเรียนให้กับวิชาเรียน

วิธีทาบูเสิร์ช ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาผลเฉลยที่ดีขึ้นของปัญหาการจัดสรรการใช้ห้องเรียน ซึ่งเป็นวิธีการสลับเวลาทำการเรียนการสอนของรายวิชาเรียนที่มีระยะเวลาทำการเรียนการสอนที่เท่ากัน เพื่อทำการพัฒนาผลเฉลยเบื้องต้นที่ได้จากวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม โดยสอดคล้องกับเงื่อนไขต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) รับข้อมูลป้อนเข้า ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการคำนวณ ได้แก่ ทาบูลิสต์ไซด์ (Tabu List Size; |T|) เนเบอะฮูดไซด์ (Neighborhood Size; d) แอซไพเรชันเลเวล (Aspiration Level) และเงื่อนไขการหยุดค้นหาผลเฉลย (Stopping Criteria)

(2) ปรับจำนวนรอบการคำนวณ (Iteration) โดยให้มีจำนวนรอบการคำนวณในปัจจุบันเริ่มต้นเท่ากับ 0 และเมื่อมีการปรับจำนวนรอบ กำหนดให้

จำนวนรอบการคำนวณปัจจุบัน = จำนวนรอบการคำนวณปัจจุบัน + 1

(3) ทำการมูฟตำแหน่ง โดยการสลับข้อมูลเวลาของรายวิชาที่ทำการสลับ ซึ่งในการสลับเวลาการเรียนการสอนจะทำการสลับเฉพาะรายวิชาที่ระยะเวลาในการทำการเรียนการสอนต่อช่วงเท่ากัน และสลับเฉพาะเวลาที่ทำการเรียนการสอนโดยไม่ทำการเปลี่ยนวันที่ได้ทำการกำหนดมาตั้งแต่เบื้องต้น การสลับข้อมูลจะกระทำภายในเนเบอะฮูดไซด์ที่กำหนดไว้

(4) การตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อพิจารณาว่าการสลับรายวิชาในขั้นตอนที่ 3 สามารถกระทำได้หรือไม่ คือ การตรวจสอบการซ้อนทับของการเรียนการสอนของอาจารย์และนักศึกษา และห้ามมีการเรียนการสอนติดต่อกันเกิน 3 ชั่วโมงของอาจารย์และนักศึกษา โดยต้องมีห้องเรียนที่ใช้ในการจัดสรรให้กับรายวิชาหลังจากทำการสลับเวลาทำการเรียนการสอน การสลับรายวิชาในขั้นตอนที่ 3 จึงจะสามารถอนุญาตให้กระทำได้ นอกจากนี้การสลับรายวิชาที่สามารถเป็นไปได้ ยังต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของทาบูเสิร์ช คือ แอดมีชชิเบิลมูฟอีกด้วย ซึ่งหากดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าไม่ลดลง ให้ข้ามไปที่ ข้อที่ 9

(5) บันทึกข้อมูลการมูฟลงไปในทาบูลิสต์ และทาบูเรสทริคชัน ซึ่งเป็นข้อมูลเวลาของรายวิชาที่ทำการสลับและเวลาของรายวิชาที่ถูกสลับ และคำนวณหาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าใหม่ที่เกิดขึ้นจากวิธีทาบูเสิร์ช

(6) บันทึกค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 และพิจารณาว่ามีค่าลดลงหรือไม่ หากดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าไม่ลดลง ให้ข้ามไปที่ ขั้นตอนที่ 9

(7) ถ้าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมจากขั้นตอนที่ 6 มีค่าลดลง ให้บันทึกค่าที่ได้ที่เป็น แอชไพเรชันเลเวล

(8) ปรับปรุงเงื่อนไขการหยุดค้นหาผลเฉลยที่เป็นจำนวนรอบการคำนวณที่ไม่ทำให้ค่าผลเฉลยดีขึ้น เท่ากับ 0

(9) ปรับปรุงเงื่อนไขการหยุดค้นหาผลเฉลยที่เป็นจำนวนรอบการคำนวณที่ไม่ทำให้ค่าผลเฉลยดีขึ้น เท่ากับ จำนวนรอบ + 1

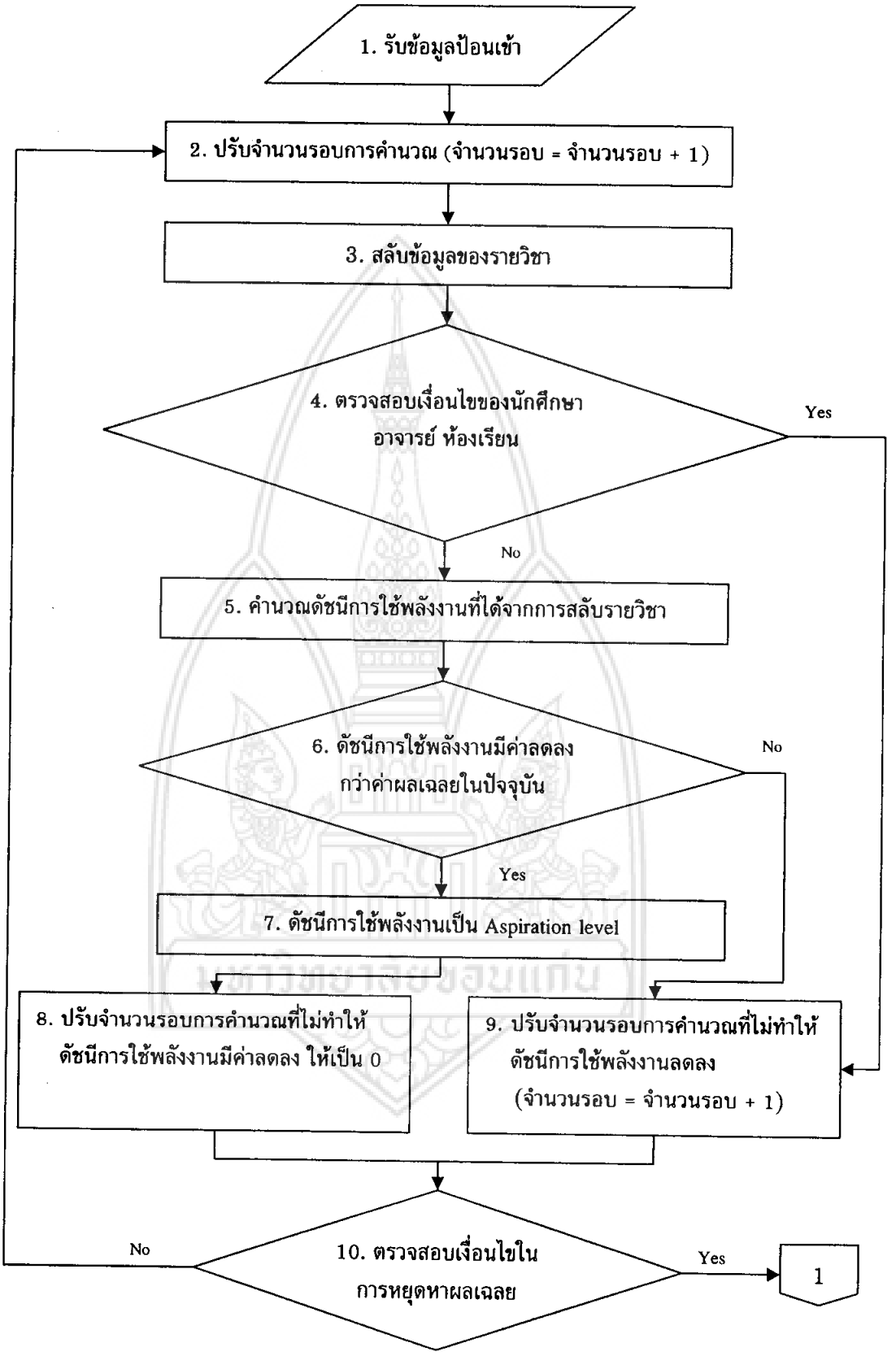
(10) ตรวจสอบเงื่อนไขในการหยุดหาผลเฉลย ซึ่งประกอบด้วย 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 จำนวนรอบการคำนวณ (Iteration) = 100 รอบ

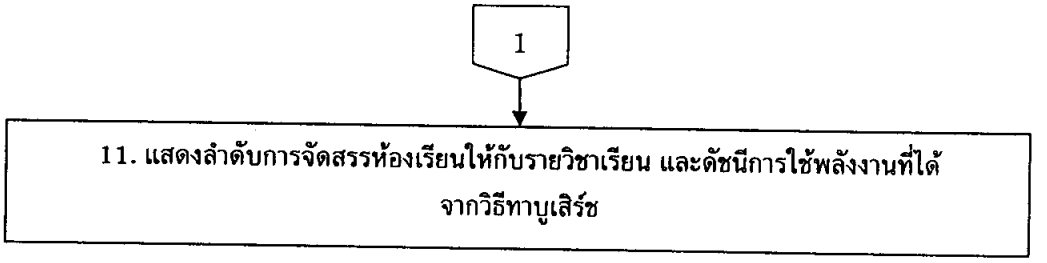
กรณีที่ 2 จำนวนรอบการคำนวณที่ไม่ทำให้ผลเฉลยดีขึ้น = 30 รอบ

(11) แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาผลเฉลยที่ดีขึ้นด้วยวิธีทาบูเสิร์ช โดยเป็นผลการจัดสรรห้องเรียนและเวลาของการเรียนการสอนของรายวิชา รวมทั้งค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้

มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 4.2 แสดงขั้นตอนวิธีทาบูเสิร์ชในการพัฒนาผลเฉลยเริ่มต้น



ภาพที่ 4.2 แสดงขั้นตอนวิธีทาบูเสิร์ชในการพัฒนาผลเฉลยเริ่มต้น (ต่อ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น