บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบปรับอากาศ

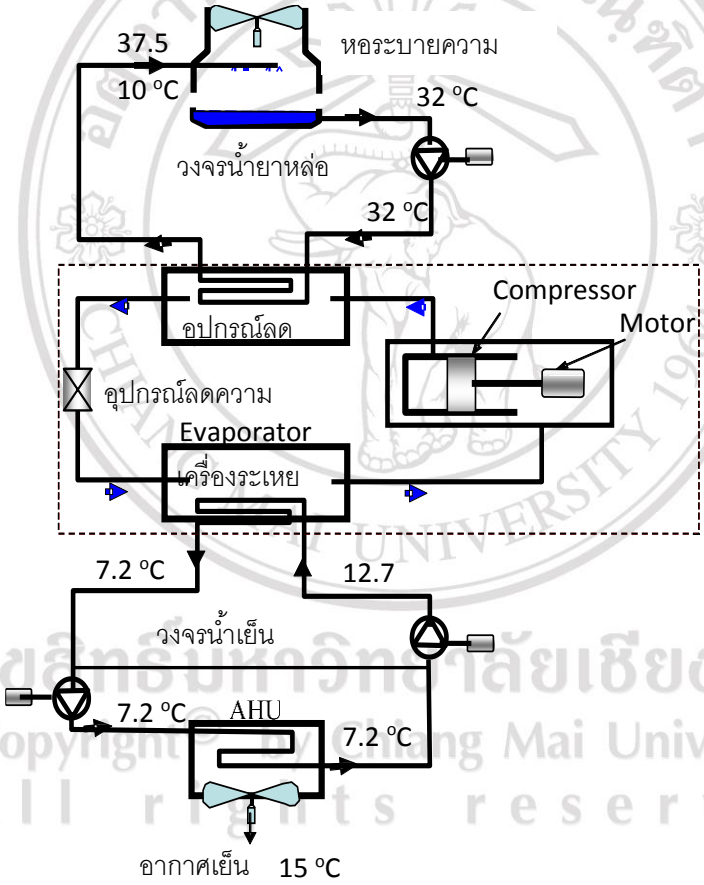
การปรับอากาศเป็นกระบวนการควบคุมสภาวะของอากาศเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการโดยทั่วไป ปัจจัยหรือพารามิเตอร์ของอากาศที่ต้องควบคุมประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด การกระจายลมและปริมาณลม การปรับอากาศมุ่งให้เกิดความรู้สึกสบายต่อผู้อยู่อาศัย อย่างไรก็ตามในอุตสาหกรรม การปรับอากาศอาจใช้เพื่อควบคุมภาวะอากาศในกระบวนการผลิต สำหรับประเทศไทยซึ่งมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น หน้าที่หลักของระบบปรับอากาศคือ การทำความเย็น หรือการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่ด้วยวิธีการดึงอากาศออกไปโดยตรง หรือด้วยการหมุนเวียนอากาศภายในห้องผ่านคอยล์เย็นโดยใช้พัดลม น้ำยาหรือสารทำความเย็นที่อยู่ในระบบปรับอากาศจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการขนถ่ายความร้อนเพื่อออกไประบายทิ้งภายนอกผ่านคอยล์ร้อน โดยปกติไม่ว่าจะเป็นอาคารพาณิชย์หรือโรงงานอุตสาหกรรม ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานที่สูงมาก การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศจึงสามารถประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายโดยรวมได้เป็นอย่างมาก

2.1.1 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ

สำหรับโรงงานและอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ระบบปรับอากาศที่นิยมติดตั้งและใช้มักเป็นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central Air-conditioning System) โดยเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (ดังแสดงในภาพที่ 2.1) เครื่องทำน้ำเย็นแบบอัดไอประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ (Compressor) คอนเดนเซอร์ (Condenser) อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) และเอ็กแพนชั่นวาล์ว (Expansion Valve) โดยมีสารทำความเย็นเช่น R22 หรือ R134a บรรจุอยู่ภายในวงจรสารทำความเย็น เมื่อป้อนไฟฟ้าให้คอมเพรสเซอร์คอมเพรสเซอร์จะดูดไอสารทำความเย็นจากอีวาพอเรเตอร์แล้วอัดส่งไปที่คอนเดนเซอร์ที่อีวาพอเรเตอร์สารทำความเย็นจะมีความดันและอุณหภูมิต่ำ สารทำความเย็นจะดูดความร้อนจากน้ำเย็นที่ไหลผ่านอีวาพอเรเตอร์และระเหยกลายเป็นไอ ในขณะเดียวกันที่คอนเดนเซอร์สารทำความเย็นจะมีความดันและอุณหภูมิสูง ความร้อนจากสารทำความเย็นจะถ่ายเทให้กับน้ำหล่อเย็นทำให้สารทำความเย็นกลั่นตัวกลายเป็นของเหลวที่ความดันสูงเมื่อสารทำความเย็นไหลผ่านเอ็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แพนชั่นวาล์ว ความดันจะลดลงเท่ากับความดันต่ำที่อีวาพอเรเตอร์ สารทำความ เย็นก็จะไหลครบวัฏจักร สารทำความเย็นน้ำหล่อเย็นเมื่อได้รับความร้อนจากคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อถูกเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นส่งไปที่หอทำความเย็น (Cooling Tower) จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศโดยการระเหยน้ำทำให้น้ำที่เหลือเย็นลงแล้วไหลกลับไปรับความร้อนที่คอนเดนเซอร์อีก ทำให้ครบวัฏจักรน้ำหล่อเย็น น้ำเย็นเมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์ก็มีอุณหภูมิต่ำลงเมื่อถูกเครื่องสูบน้ำเย็นส่งไปที่เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศทำให้น้ำร้อนขึ้นแล้วไหลกลับไปถ่ายเทความร้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์อีกทำให้ครบวัฏจักรน้ำเย็น เครื่องส่งลมเย็นจะดูดอากาศร้อนจากห้องปรับอากาศผ่านระบบท่อลมไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำเย็นทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลงแล้วส่งกลับไปที่ห้องปรับอากาศทำให้ครบวัฏจักรลมเย็น



ภาพที่ 2.1 แผนภาพระบบปรับอากาศ

2.2 เครื่องปรับอากาศระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

เครื่องทำน้ำเย็นแบบอัดไอประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ (Compressor) คอนเดนเซอร์ (Condenser) อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) และเอ็กแพนชั่นวาล์ว (Expansion Valve) มีสารทำความเย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เช่น R22 หรือ R134a บรรจุอยู่ภายใน โดยทำหน้าที่ผลิตน้ำเย็นส่งไปให้กับเครื่องส่งลมเย็น เครื่องทำน้ำเย็นใช้คอมเพรสเซอร์ได้หลายแบบ

1) เครื่องทำน้ำเย็นขนาดใหญ่ประมาณ 500 ตันความเย็น (Ton) นิยมใช้คอมเพรสเซอร์แบบเซ็นทริฟิวเกิล (Centrifugal) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูง เช่น 0.6 kW/Ton
2) เครื่องทำน้ำเย็นขนาดกลางประมาณ 300 ตันความเย็น จะใช้คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพปานกลาง เช่น 0.8 kW/Ton และ
3) เครื่องทำน้ำเย็นขนาดเล็กประมาณ 100 ตันความเย็นจะใช้คอมเพรสเซอร์ลูกสูบ (Piston) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพต่ำ เช่น 1.0 kW/Ton

2.3 เครื่องปรับอากาศระบบระบบปรับอากาศแบบ VRF (VRV)

2.3.1 แนวคิดและหลักการทำงาน

ระบบ VRF (Variable Refrigerant Flow) เป็นระบบเครื่องปรับอากาศที่มีลักษณะการทำงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณสารทำความเย็นตามภาระโหลดของการทำความเย็นและจำนวนตัวเครื่องภายในที่ทำการติดตั้ง เป็นระบบเครื่องปรับอากาศในเชิงพาณิชย์ที่เหมาะในลักษณะการติดตั้งที่จำกัดด้วยพื้นที่ติดตั้งคอยล์ร้อน (Outdoor unit) เนื่องจากคอยล์ 1 ตัว สามารถติดตั้งคอยล์เย็น (Indoor Unit) ได้หลายตัวและหลายชั้น ซึ่งคอยล์เย็นจะแยกการทำงานโดยอิสระ จึงสามารถควบคุมอุณหภูมิได้แม่นยำ เป็นเทคโนโลยีที่ควบคุมการจ่ายปริมาณสารทำความเย็นโดยตรงโดยติดตัวควบคุมการจ่ายสารทำความเย็นไว้ที่ตัวคอยล์เย็น (Indoor Unit) ทำให้ควบคุมอุณหภูมิได้แม่นยำ และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 40% เมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศอื่นๆ

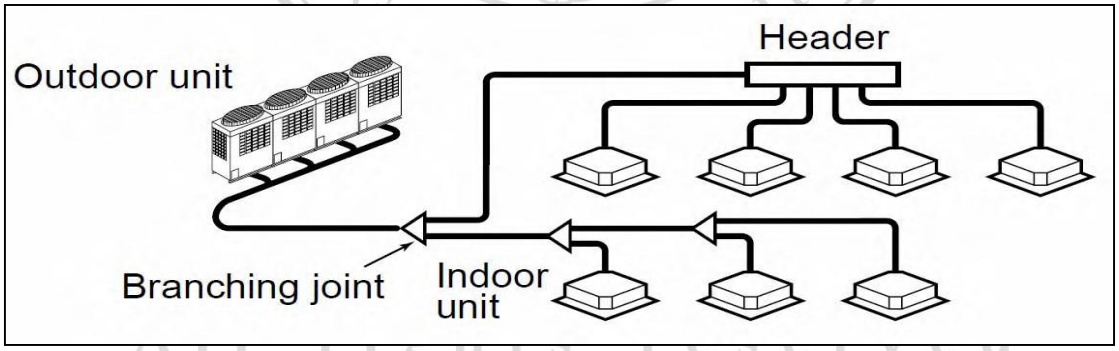
ระบบปรับอากาศแบบ VRF (Variable Refrigerant Flow System) ได้ถูกออกแบบขึ้นในประเทศญี่ปุ่นเมื่อ 20 กว่าปีที่ผ่านมาและได้ขยายออกมาสู่ประเทศต่างๆ ทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรป และประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ในประเทศญี่ปุ่นเองมีการใช้ระบบ VRF ประมาณ 50% ของอาคารพาณิชย์ขนาดกลาง (พื้นที่ไม่เกิน 6,500 ตารางเมตร) และประมาณ 33% ของอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ (พื้นที่มากกว่า 6,500 ตารางเมตร) ถึงแม้ว่าระบบ VRF ในบางประเทศเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกายังเพิ่งเริ่มต้นมีการใช้ระบบนี้ไม่กี่ปีที่ผ่านมาแต่ก็มีแนวโน้มเติบโตและมีการใช้มากขึ้น บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศจากประเทศต่างๆ ก็มีการพัฒนาระบบ VRF ภายใต้ชื่อทางการค้าของตนเองออกมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 ตารางบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศชื่อทางการค้า

บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ	ชื่อทางการค้า
DAIKIN	VRV
HITACHI	SET FREE
SAMSUNG	DVM
MIDEA	MDV
TRANE	TVR
LG	MULTI V
YORK (JOHNSONAND CONTROL)	VRF
CARRIER(TOSHIBA)	VRF
FUJITSU	VRF

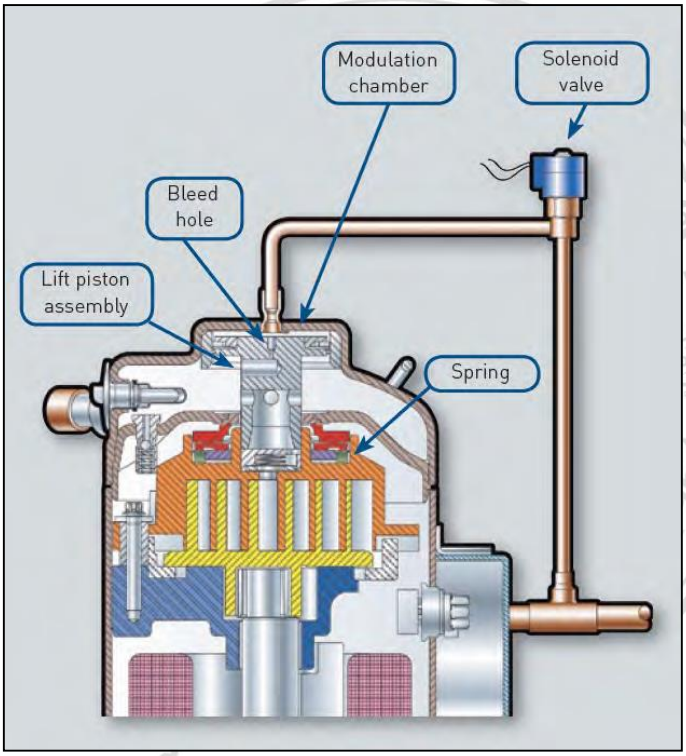
คนที่ทำงานกับเครื่องปรับอากาศโดยส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้ ผู้ออกแบบ ผู้ติดตั้ง ผู้ดูแลรักษา ค่อนข้างคุ้นเคยระบบแบบแยกส่วน SPLIT TYPE หรือไม่ก็ระบบผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ หรือ CENTRALWATER CHILLER สำหรับความหมายของระบบ VRF อาจพิจารณาได้ว่าเป็นแบบ SPLIT TYPE ที่มี EVAPORATOR หรือ FAN COIL UNIT หลายตัว ต่ออยู่กับ CONDENSING UNIT ตัวเดียว



ภาพที่ 2.2 การเชื่อมต่อระหว่าง CONDENSING UNIT และ EVAPORATORS

ถ้าเปรียบเทียบระหว่าง ระบบผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ กับระบบ VRF จะพบว่าระบบผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์จะต้องอาศัยทั้งระบบท่อน้ำและระบบท่อลมในการหมุนเวียนถ่ายเทความร้อนออกจากอาคาร ในขณะที่ VRF จะใช้การอาศัยระบบน้ำยาโดยตรงในการหมุนเวียนถ่ายเทความร้อนออกจากอาคาร แต่ทั้งนี้ระบบเองก็จะต้องใช้ระบบท่อน้ำยาและการควบคุมที่ซับซ้อนกว่า

คำว่า VARIABLE REFRIGERANT VOLUME หมายถึงการที่ระบบจะต้องสามารถควบคุมปริมาณการไหลของน้ำยาไปยัง EVAPORATOR แต่ละตัวได้อย่างอิสระ ซึ่งจะทำให้ระบบปรับอากาศทำงานได้หลายสภาวะ ในขณะเดียวกันขึ้นอยู่กับพื้นที่และการใช้งาน ตัวอย่างเช่นพื้นที่ที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกัน หรือพื้นที่สองโซนทำงานพร้อมกัน โดยโซนหนึ่งต้องการความร้อน อีกโซนหนึ่งต้องการความเย็น อีกทั้งยังสามารถนำความร้อนและความเย็นมาแลกเปลี่ยนกันได้อีกด้วย การควบคุมปริมาณการไหลของน้ำยาโดยการใช้ VARIABLE SPEED



COMPRESSORเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานของระบบ VRF

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างเทคโนโลยี VARIABLE SPEED COMPRESSOR

การปรับเปลี่ยนระดับการทำงานของคอมเพรสเซอร์ระบบ VRF ซึ่งเป็นระบบหลักของเครื่องระบบนี้ทำงานผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า VARIABLE SPEED COMPRESSOR ทำให้ คอมเพรสเซอร์ของระบบนี้สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานเป็นขั้นๆตามภาระการทำความเย็นที่ต้องการ โดยตัวอย่างของผู้ผลิตรายหนึ่งเริ่มต้นจากรุ่นเล็กซึ่งมีขนาด 6 แรงม้า (ประมาณ 5 ตัน ความเย็น) สามารถควบคุมการทำงานขึ้นลงได้ 13 ขั้น ส่วนในรุ่นใหญ่ขนาด 10 แรงม้า (ประมาณ 9 ตันความเย็น) สามารถควบคุมรอบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ได้ 21 ขั้น ในขณะที่ Central Unit การทำงานเป็นเพียง Start และ Stop เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 การเปรียบเทียบระบบปรับอากาศ

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบระบบปรับอากาศ

ลักษณะการเปรียบเทียบ	ระบบ SPLIT TYPE แบบ CONSTANT REFRIGERANT FLOW SYSTEM	ระบบ WATER COOLED CHILLER SYSTEM	ระบบ VRF VARIABLE REFRIGERANT FLOW SYSTEM
อุปกรณ์และการใช้พื้นที่	ต้องมีพื้นที่วาง FCU โดยสามารถกระจายไปเป็นจุดย่อย หรืออาจต่อเป็นท่อลมจากเครื่อง FCU ก็ได้ต้องมีพื้นที่วาง CDU ตำแหน่งจะต้องอยู่ใกล้ FCU	ต้องมีพื้นที่วาง FCU โดยสามารถกระจายไปเป็นจุดย่อย หรืออาจต่อเป็นท่อลมจากเครื่อง FCU ก็ได้ต้องมีพื้นที่วาง CHILLER COOLING TOWER และปั๊มน้ำส่วนกลาง	ต้องมีพื้นที่วาง FCU โดยสามารถกระจายไปเป็นจุดย่อย หรืออาจต่อเป็นท่อลมจากเครื่อง FCU ก็ได้ พื้นที่วาง CDU รวมเป็นจุดใหญ่จุดเดียวหรือแบ่งเป็นโซน
การวางอุปกรณ์แต่ละส่วน	ระยะห่างของ FCU กับ CDU ได้ประมาณ 15 เมตร	ระยะห่างระหว่าง FCU, CHILLER, COOLING TOWER อยู่ห่างกันได้มาก เนื่องจากใช้ระบบปั๊มน้ำ และต้องใช้ระบบท่อน้ำเย็นในการทำงาน ซึ่งระบบท่อน้ำเย็นมักมีขนาดใหญ่และต้องการพื้นที่ติดตั้งมากในอาคาร	ระยะห่างระหว่าง FCU, CDU อยู่ห่างกันได้มากเนื่องจากระบบ VARIABLE SPEED COMPRESSOR ไม่ต้องใช้ระบบท่อน้ำเย็นในการทำงานส่วนระบบท่อน้ำยาที่ต้องเดินในอาคารมีขนาดเล็ก และต้องการพื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าระบบท่อน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 (ต่อ) ตารางเปรียบเทียบระบบปรับอากาศ

ลักษณะการเปรียบเทียบ	ระบบ SPLIT TYPE แบบ CONSTANT REFRIGERANT FLOW SYSTEM	ระบบ WATER COOLED CHILLER SYSTEM	ระบบ VRF VARIABLE REFRIGERANT FLOW SYSTEM
การถ่ายเทความร้อน	การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียวระหว่างน้ำยาทำความเย็นและอากาศ	การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นสองขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1) ขั้นตอนระหว่างน้ำยาทำความเย็นและน้ำเย็น 2)ขั้นตอนระหว่างน้ำเย็นและอากาศส่งผลต่อความสูญเสียของพลังงาน	การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียวระหว่างน้ำยาทำความเย็นและอากาศ
ผลกระทบต่อรูปแบบสถาปัตยกรรมภายนอก	ต้องมีสถานที่เปิดโล่งหรือมีเกล็ดระบายอากาศทุกตำแหน่งของการติดตั้ง CDU ซึ่งกระจายไปทั่วอาคาร	ไม่จำเป็นต้องมีสถานที่เปิดโล่งหรือมีเกล็ดระบายอากาศทุกตำแหน่งของการติดตั้ง CDU ซึ่งกระจายไปทั่วอาคารแต่จำเป็นต้องมีห้องเครื่องสำหรับ CHILLER, ระบบปั๊มน้ำ, ที่ตั้งของ COOLING TOWER	ต้องมีสถานที่เปิดโล่งหรือมีเกล็ดระบายอากาศทุกตำแหน่งของการติดตั้ง CDU ซึ่งกระจายไปทั่วอาคาร แต่จำนวนของ CDU จะน้อยกว่าในกรณีของระบบ SPLIT TYPE แบบ CONSTANT REFRIGERANT FLOW SYSTEM อยู่มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 (ต่อ) ตารางเปรียบเทียบระบบปรับอากาศ

ลักษณะการเปรียบเทียบ	ระบบ SPLIT TYPE แบบ CONSTANT REFRIGERANT FLOW SYSTEM	ระบบ WATER COOLED CHILLER SYSTEM	ระบบ VRF VARIABLE REFRIGERANT FLOW SYSTEM
การทำงาน PART LOAD ของอุปกรณ์ทำความเย็น	การทำงานของ CDU เป็นแบบ ON/OFF CONTROL ไม่สามารถทำงานแบบขั้นได้แบ่งส่วนการทำงานโดยกระจาย FCU ไปในพื้นที่ที่ต้องการเหมาะสำหรับการใช้งานที่มีการเปิดปิดระบบปรับอากาศไม่พร้อมกัน และการควบคุมอุณหภูมิไม่เท่ากันในแต่ละส่วน	CHILLER ในระบบ CONSTANT WATER FLOW ทำงาน PART LOADไม่ได้ต้องเปิดหรือปิดอย่างเดียวในขณะที่CHILLER ในระบบ VARIBLE WATER FLOW ทำงาน PART LOAD ได้แต่ได้น้อยขั้นแบ่งส่วนการทำงานโดยกระจาย FCU หรือ AHU ไปในพื้นที่ที่ต้องการเหมาะสำหรับการใช้งานที่มีการเปิดปิดระบบปรับอากาศพร้อมกัน	การทำงานของ CDU เป็นแบบ VARIABLE SPEED CONTROL สามารถทำงานแบบขั้นได้แบ่งส่วนการทำงานโดยกระจาย FCU ไปในพื้นที่ที่ต้องการเหมาะสำหรับการใช้งานที่มีการเปิดปิดระบบปรับอากาศไม่พร้อมกันและการควบคุมอุณหภูมิไม่เท่ากันในแต่ละส่วน
การแบ่งช่วงการติดตั้งระบบ	สามารถแบ่งการติดตั้งระบบเป็นส่วนๆได้ตามการเปิดใช้งานของอาคาร	ต้องติดตั้งระบบทั้งหมดในครั้งเดียว ห้องเครื่องสำหรับ CHILLER, ระบบปั๊มน้ำ, ที่ตั้งของ COOLING TOWER	สามารถแบ่งการติดตั้งเป็นส่วนๆได้ตามการเปิดใช้งานของอาคาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 (ต่อ) ตารางเปรียบเทียบระบบปรับอากาศ

ลักษณะการเปรียบเทียบ	ระบบ SPLIT TYPE แบบ CONSTANT REFRIGERANT FLOW SYSTEM	ระบบ WATER COOLED CHILLER SYSTEM	ระบบ VRF VARIABLE REFRIGERANT FLOW SYSTEM
การควบคุมอุณหภูมิในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ	ตัดการทำงานของ CDU ถ้าอุณหภูมิถึงจุดที่ต้องการและจะเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไปไม่น้อยกว่า 3 นาทีการทำงานของ CDU เป็นแบบรอบการหมุนคงที่	ต้องใช้ระบบ VAV (VARIABLE AIR VOLUME) เข้ามาช่วยในการควบคุมปริมาณอากาศที่ไหลเข้าพื้นที่ใช้งาน	ทำงานร่วมกันระหว่าง FCU และ CDU สามารถควบคุมอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่ได้แตกต่างกันการทำงานของ CDU เป็นแบบ VARIABLESPEED COMPRESSOR
การใช้งานและการบำรุงรักษา	มีจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องดูแลรักษาน้อย สามารถใช้ช่างเครื่องปรับอากาศทั่วไปในการซ่อมบำรุง	มีจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องดูแลรักษามาก และต้องใช้ช่างเครื่องปรับอากาศที่มีความรู้เฉพาะในการซ่อมบำรุง	มีจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องดูแลรักษาน้อย แต่ยังคงต้องใช้ช่างเครื่องปรับอากาศที่มีความรู้เฉพาะในการซ่อมบำรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 แนวคิดการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ VRF (VRV)

ระบบผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ หรือ CENTRAL WATER CHILLER มีการใช้ WATER CHILLER ซึ่งเป็นอุปกรณ์หนัก และต้องการการยกด้วยปั้นจั่น ส่วนระบบ VRF เป็นอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบามากกว่า ไม่ว่าจะเป็น CONDENSING UNIT หรือ EVAPORATOR การขนย้ายแต่ละ UNIT ทำได้ง่ายกว่า ในกรณีที่ต้องระบบที่มี CAPACITY มาก เช่นหลายร้อยตันความเย็น ก็สามารถทำได้โดยการใช้ UNIT ย่อยมาทำงานต่อเนื่องกัน แต่ละระบบเป็นระบบน้ำยาที่สามารถควบคุมได้โดยอิสระ แต่ใช้ระบบควบคุมร่วมกัน ซึ่งมีประโยชน์ในกรณีที่อาคารมีภาระความร้อนไม่เต็มพิกัด (PART LOAD) หรือมีการใช้อาคารในบางพื้นที่ไม่ทั้งหมด การปรับน้ำยาสามารถทำให้ระบบมีความเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ได้ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับระบบ VAV (VARIABLE AIR VOLUME

SYSTEM) ที่ทำงานร่วมกับระบบผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ และยังคงใช้แนวคิดในการถ่ายเทความร้อนโดยผ่านระบบท่อน้ำและระบบท่อลม การที่ระบบ VRF มีน้ำหนักเบา ทำให้โครงสร้างที่ต้องรองรับมีขนาดเล็กลง ไม่ต้องมีการใช้ท่อลมสำหรับการจ่ายลมเย็น แต่ยังคงมีการใช้ท่อลมสำหรับการระบายอากาศระบบ VRF มีความเหมาะสมสำหรับการปรับปรุง หรือติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคารเก่าหรืออาคารที่ต้องมีการอนุรักษ์เพราะทำให้เกิดผลกระทบต่อโครงสร้างเดิมน้อยกว่าระบบผลิตน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ ซึ่งต้องมีพื้นที่ในการวาง WATERCHILLER, พื้นที่ในการวาง AHU, และการเดินท่อลม อย่างไรก็ตามเนื่องจากการที่ต้องใช้การเดินท่อน้ำยาจำนวนมากในอาคาร การเดินท่อดังกล่าวต้องการช่างติดตั้งที่มีทักษะการทำงานที่สูง เพื่อให้ได้งานติดตั้งที่มีคุณภาพและไม่มีปัญหาในการทำงานต่างๆ เช่น การรั่ว เกิดขึ้น

2.6 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP)

AHP เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้การวิจัยเพื่อหาเหตุผล ซึ่งได้รับความแพร่หลายมากที่สุดในโลก ถูกคิดค้นเมื่อประมาณปลายปีทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty ผู้ซึ่งได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์จากมหาวิทยาลัยเยล ประเทศสหรัฐอเมริกา

AHP เป็นกระบวนการที่ช่วยในการแยกแยะองค์ประกอบที่เป็นนามธรรมและรูปธรรมของปัญหาออกมาเป็นส่วนๆ แล้วนำองค์ประกอบต่างๆ เหล่านั้นมาแบ่งเป็นระดับชั้นจากบนลงมาสู่ล่างตามความสำคัญและผลกระทบที่มีต่อปัญหา ผู้ใช้ AHP สามารถทำการเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยการวินิจฉัยเปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญและใช้เหตุผลที่ถูกต้องอันเกิดจากประสบการณ์และความสำคัญในปัญหานั้นๆเป็นพื้นฐาน นอกจากนี้เพื่อความถูกต้อง AHP ได้กำหนดมาตรฐานความสอดคล้องขึ้นมาเพื่อวัดความมีเหตุผลของการวินิจฉัย เพื่อให้มั่นใจว่าการตัดสินใจนั้นมีเหตุผลที่ยอมรับได้

2.6.1 ประโยชน์ของ AHP

1) ความเป็นหนึ่งเดียว : AHP เป็นกระบวนการที่ง่ายต่อการเข้าใจและยืดหยุ่น
2) ความซับซ้อน : AHP แยกโครงสร้างที่ซับซ้อนออกมาเป็นส่วนๆ เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ
3) ความสอดคล้อง : AHP สามารถตรวจสอบได้ว่าการวินิจฉัยหาลำดับความสำคัญมีเหตุผลสอดคล้องกันหรือไม่
4) กระบวนการที่ทำซ้ำได้ : AHP ช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถทำให้กรอบของปัญหาสมบูรณ์ขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพของการวินิจฉัยโดยการทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีกได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5) การได้มาเสียไป : AHP พิจารณาถึงลำดับความสำคัญเปรียบเทียบของปัจจัยต่างๆ ในระบบและช่วยให้ผู้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดตรงตามเป้าหมาย

6) การวัดผล : AHP สามารถวัดคุณสมบัติที่เป็นนามธรรมได้ และมีผลของการตัดสินใจอยู่ในรูปลำดับความสำคัญ

7) โครงสร้างที่เป็นแผนภูมิระดับชั้น : AHP เป็นกระบวนการที่คล้ายคลึงกับความคิดของมนุษย์ซึ่งทำให้ง่ายต่อการใช้และความเข้าใจ

8) การวินิจฉัยและประชามติ : AHP ไม่เน้นเรื่องการลงประชามติ แต่จะเน้นเรื่องการสังเคราะห์ข้อมูลที่มาจากการวินิจฉัยของทุกๆ คนในกลุ่ม

2.6.2 การดำเนินการของวิธี AHP ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน

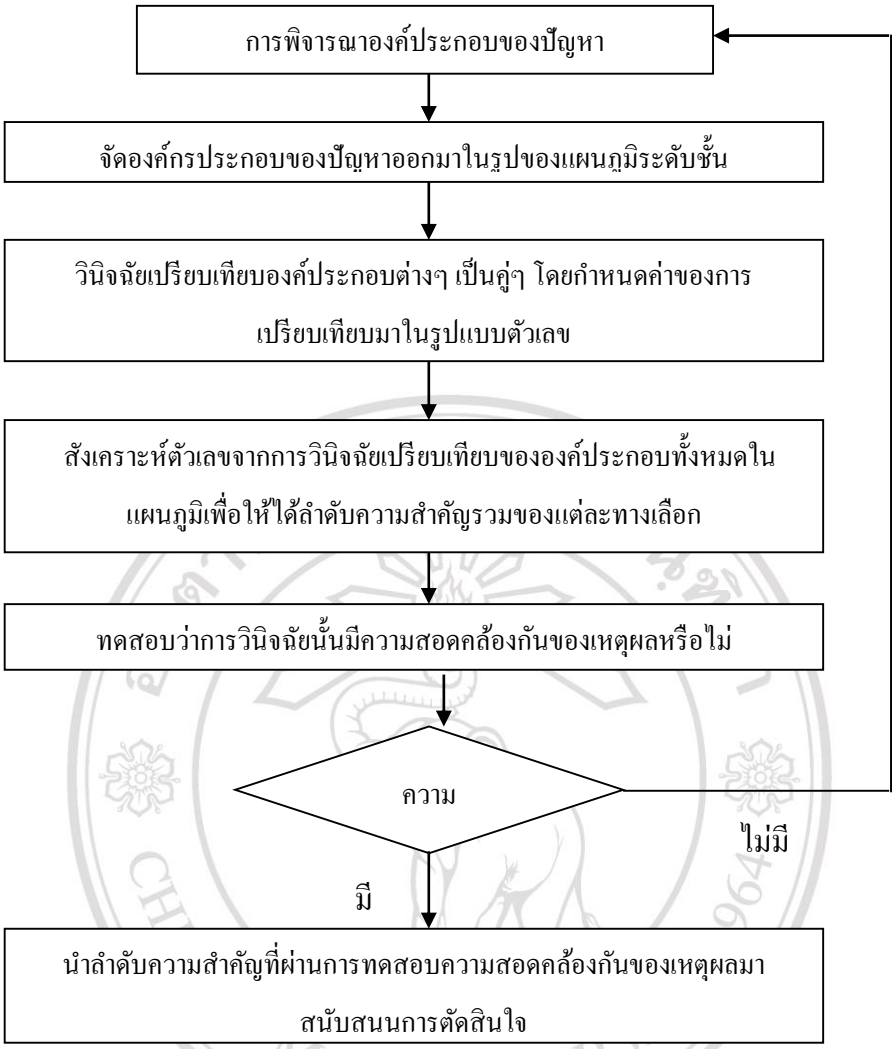
1) การสลายปัญหาที่ซับซ้อน (Decomposition) ให้อยู่ในรูปของแผนภูมิโครงสร้างเป็นลำดับขั้น (Hierarchy Structure) แต่ละระดับชั้นประกอบไปด้วยเกณฑ์ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

2) การหาลำดับความสำคัญ (Prioritization) โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทีละคู่ (Pair wise Comparison) จากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละระดับชั้นโครงสร้าง โดยใช้วิธี Principle of Hierarchic Composition การแสดงวินิจฉัยจะแสดงออกมาในรูปของมาตราส่วนระดับความพึงพอใจ

3) การสังเคราะห์ (Synthesis) โดยการพิจารณาจากลำดับความสำคัญทั้งหมดจากการเปรียบเทียบว่าทางเลือกใดควรได้รับเลือก

4) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของทางเลือกที่มีต่อปัจจัยในการวินิจฉัย (Sensitivity Analysis) จะทำการทดสอบหลังจากเสร็จจากกระบวนการทั้งหมด เป็นการพิจารณาว่าเมื่อข้อมูลมการเปลี่ยนแปลงทางด้านเกณฑ์การตัดสินใจหรือปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะทำให้อันดับความสำคัญของทางเลือกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.4 แผนภูมิขั้นตอนกระบวนการ AHP

2.7 กระบวนการวิเคราะห์ของ AHP

2.7.1 การวิเคราะห์เมทริกซ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \downarrow & \downarrow & \cdots & \downarrow \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

ภาพที่ 2.5 รูปแบบเมทริกซ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 2.3 ตารางเมทริกซ์ที่ใช้เปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์				
หลักเกณฑ์	A_1	A_2	→		A_n
A_1	1	3	-	-	-
A_2 ↓	1/3	1	-	-	-
A_n	-	-	-	-	1AA

จากตาราง 2.3 ภายใต้เป้าหมายการตัดสินใจ หลักเกณฑ์ A_1 ในแถวซ้ายมือบนสุดจะถูกเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ A_2 ถึง A_n (แผนภูมิชั้นโครงสร้าง แสดงดังตาราง 2.3) ในแนวนอนของ A_1 การเปรียบเทียบก็เทียบก็ดำเนินการเช่นเดียวกันในแถวนอนที่ 2 ในการเปรียบเทียบนั้นผู้ตัดสินใจจะเกิดคำถามว่าหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลมากกว่าหลักเกณฑ์อื่นที่ถูกนำมาเปรียบเทียบในระดับไหน

2.7.2 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean Method)

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเกิดจากการนำเอาตัวเลขที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยมาคูณกันแล้วนำเอาผลคูณนั้นมาถอดรากตามจำนวนตัวเลขนั้น ดังสมการที่ (2.1)

$$V_i = \left[\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right] \quad (2.1)$$

เมื่อ a_{ij} = ค่าตัวเลขในตารางเมทริกซ์

V_i = ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

n = จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

2.7.3 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของรูปแบบทางเลือก

การวิเคราะห์หาน้ำหนักคะแนนของแต่ละรูปแบบทางเลือกนั้นเกิดจากการสังเคราะห์ข้อมูลแต่ละรูปแบบทางเลือก ดังสมการที่ (2.2)

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{n} V_i} \quad (2.2)$$

และ $$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1.0$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ W_i = น้ำหนักคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์

V_i = ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

n = จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

2.7.4 การวิเคราะห์ความสอดคล้อง

วิธีการคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผลในการให้คะแนน โดยใช้การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่ของหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกกำหนด โดยนำผลรวมของแต่ละค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแถวตั้งแต่ละแถว มาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถวแล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบผลรวมนี้เรียกว่า Eigen Values สูงสุด....ดังสมการที่ (2.3)

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \, w_j \right] \quad (2.3)$$

ก. ถ้าตารางเมทริกซ์มีความสอดคล้องกันของเหตุผลสมบูรณ์ 100%

λ_{max}= จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ (n)

ข. ถ้าตารางเมทริกซ์ไม่มีความสอดคล้องกัน

λ_{max}> จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ (n)

(1) ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI)

$$\mathrm{CI} = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)}$$

เมื่อ n = จำนวนหลักเกณฑ์

(2) อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR)

$$\mathrm{CR} = \frac{CI_{\text{จากการคำนวณ}}}{RI_{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}}} \quad (2.4)$$

ค่า CR ที่ได้จะมีเกณฑ์ในการวินิจฉัยว่ามีความสอดคล้องของเหตุผลโดยดูจากจำนวนปัจจัย ดังนี้

ก. จำนวนปัจจัย3ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน5%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. จำนวนปัจจัย4ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน7%

ค. จำนวนปัจจัยเกินกว่า5ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน10%

ถ้าค่าCR เกินกว่ามาตรฐานดังกล่าว แสดงว่าความสอดคล้องกันของเหตุผลไม่มีความทบทวนการวินิจฉัยที่ได้ทำลงๆปแล้วใหม่ ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาของความไม่สอดคล้องกันก็คือ เรียงลำดับปัจจัยตามน้ำหนักที่จะได้จากการวินิจฉัยในครั้งแรก ต่อจากนั้นก็สร้างตารางเมทริกซ์เพื่อวินิจฉัยหาลำดับความสำคัญใหม่ โดยดูว่าอันดับเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ ซึ่งถ้าเปลี่ยนไปในทางที่เป็นเหตุผลและตรงกับสถานการณ์ของปัญหา ก็ย่อมหมายถึงความสอดคล้องกันของเหตุผลก็จะสูงขึ้น

ค่า RI (Random Index) ได้มาจากการทดลอง โดยการสุ่มตัวอย่างจาก ตารางเมทริกซ์จำนวน 64,000 ตัวอย่าง โดย Thomas Saaty (1980) ดังแสดงใน ตาราง 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่า RI จากการสุ่มตัวอย่าง

ขนาดของตารางเมริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่า RI	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรุษยา (2551) ได้ทำการศึกษาการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศของผู้บริโภคสำหรับใช้ในบ้านพักอาศัย ในเขตอำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี และปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศของผู้บริโภคสำหรับใช้ในบ้านพักอาศัยในเขตอำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี ในการศึกษาเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคในกลุ่มบ้านพักอาศัยเขตอำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยการตลาด และข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าที (T – test) ค่าเอฟ (F – test) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) ผลการวิจัยมีดังนี้ 1) ระดับความสำคัญของปัจจัยทางการตลาดในการพิจารณาเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยทางการตลาดมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ โดยเฉพาะปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศของผู้บริโภคมากที่สุด 2) ระดับการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศในภาพรวมอยู่ในระดับมาก 3) ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ส่วนบุคคลเฉลี่ยต่อเดือนจำนวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมาชิกในครอบครัว และประเภทที่พักอาศัย ที่แตกต่างกัน มีผลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อเครื่องปรับอากาศที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig. < .05) 4) ปัจจัยทางการตลาด ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านต้นทุน ด้านการจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการขาย มีความสัมพันธ์กับกระบวนการตัดสินใจซื้อเครื่องปรับอากาศในทิศทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig. < .05)

จีรศักดิ์ (2555) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่เป็นสาเหตุของความล่าช้าของโครงการก่อสร้าง สามารถนำไปหาแนวทางป้องกันการเกิดความล่าช้า ยังช่วยเรื่องการควบคุมค่าใช้จ่ายให้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนด และยังทำให้การก่อสร้างแล้วเสร็จตามหมายกำหนดการที่ได้วางแผนไว้การวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าต่างๆในการก่อสร้างงานราชการ 2) เพื่อศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่างๆ และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้างงานราชการ3) เพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขและลดปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้างงานราชการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ วิศวกร สถาปนิก ผู้ควบคุมงาน ช่างเทคนิค รวมจำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามข้อมูล วิเคราะห์โดยใช้วิธีลำดับชั้นเชิงเชิงวิเคราะห์ Analysis Hierarchy Process (AHP) ผลการวิเคราะห์การหาค่าลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักแต่ละด้านคือ 1) ด้านการจัดการ 2) ด้านบุคลากร 3) ด้านปัจจัยภายนอก 4) ด้านเครื่องมือเครื่องจักร 5) ด้านเทคนิคการก่อสร้าง จากข้อมูลพบว่า ถ้าเราพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลัก ปัจจัยด้านการจัดการมีความสำคัญมากที่สุดที่ทำให้เกิดความล่าในการก่อสร้างงานราชการ แต่ถ้าเราพิจารณาลึกลงไปถึงปัจจัยรอง จะพบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวกับด้านบุคลากร เช่น ปริมาณ คุณภาพและทักษะของบุคลากร จะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญลำดับต้นๆ ที่ทำให้เกิดความล่าในการก่อสร้างงานราชการเช่นกัน

ภูมิรพีม์ (2552) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความอยู่รอดของผู้รับเหมาก่อสร้างในจังหวัดเชียงใหม่ช่วงภาวะเศรษฐกิจถดถอย ครอบคลุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการบริหารการก่อสร้าง 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ 1) ปัจจัยด้วนการบริหารและจัดการ 2) ปัจจัยด้วยการตลาดและ 3) ปัจจัยด้วยการเงินการบัญชีและเศรษฐกิจ รวม 27 ปัจจัยย่อย ซึ่งกระทบต่อความอยู่รอดของกิจการรับเหมาก่อสร้างทั้ง 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ พบว่า ผู้รับเหมาก่อสร้างทุกขนาดให้ความสำคัญกับปัจจัยด้ายการเงินการบัญชีและเศรษฐกิจ มากกว่าปัจจัยด้านการตลาด และปัจจัยด้านการบริหารและการจัดการ พร้อมกันนี้ได้ศึกษาความสำคัญเชิงเปรียบเทียบปัจจัยย่อยแต่ละกลุ่มปัจจัยต่อขนาดขององค์กร ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ One-way ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดเปรียบเทียบเป็นรายคู่ด้วยวิธี Scheffe ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าในองค์กรขนาดเล็กและขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยความสำคัญของปัจจัยเรื่องเงินทุนหมุนเวียนภายในบริษัทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฐิติพงศ์ (2552) ได้ศึกษาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการบริหารโครงการก่อสร้างทางและสะพานของผู้รับเหมาในจังหวัดเชียงใหม่ รวมถึงศึกษาความแตกต่างในการให้ลำดับความสำคัญแก่ปัจจัยดังกล่าว ของผู้รับเหมาขนาดใหญ่และขนาดกลาง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เป็นผู้รับเหมาก่อสร้างในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งขึ้นทะเบียนเป็นผู้รับเหาของกรมทางหลวง และแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือผู้รับเหมาขนาดใหญ่และผู้รับเหมาขนาดกลาง ผู้ตอบแบบสอบสัมภาษณ์ คือผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ซึ่งเป็นเจ้าของกิจจการ ผู้จัดการโครงการ หรือวิศวกรโครงการ ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และมีความเข้าใจในเรื่องของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการบริหารโครงการก่อสร้างทางและสะพานเป็นอย่างดี จำนวนทั้งสิ้น 10 คน (กลุ่มละ 5 คนเท่ากัน) โดยใช้กระบวนการลำดับเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้รับเหมาขนาดใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่ให้ลำดับความสำคัญแก่ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการบริหารโรงการก่อสร้างทางและสะพานสามลำดับแรกคือ (1) การขาดความรู้และประสบการณ์ในการบริหารโครงการ (2) การขาดสภาพคล่องทางการเงิน (3) การประมูลงานในราคาที่ต่ำเกินไป และ ให้ลำดับความสำคัญแก่ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการบริหารโครงการก่อสร้างทางและสะพานสามลำดับแรก คื้อ (1) การเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง (2) ความล่าช้าในการเวนคืนที่ดิน (อุปสรรคด้านภาษาและการติดต่อสื่อสาร)

สัมพันธ์ (2550) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจรับเหมาก่อสร้างของผู้รับเหมาในจังหวัดเชียงใหม่ ทำการศึกษาโดยวิธีแบบสอบถามเก็บข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการประกอบธุรกิจจากผู้รับเหมาก่อสร้างในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 108 ราย แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการในการแก้ไขปัญหา ข้อมูลและผลวิเคราะห์ในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ผู้รับเหมาก่อสร้างจำนวนมากในจังหวัดเชียงใหม่เป็นผู้รับเหมาขนาดค่อนข้างเล็ก ที่มีเงินทุนหมุนเวียนต่ำกว่า 5 ล้านบาท มักมีปัญหาขาดบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการวางแผนจัดการ นอกจากนั้นยังมีปัญหาเรื่องเงินทุนไม่เพียงพอสำหรับการใช้ในการดำเนินกิจการก่อให้เกิดปัญหาการขาดสภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved