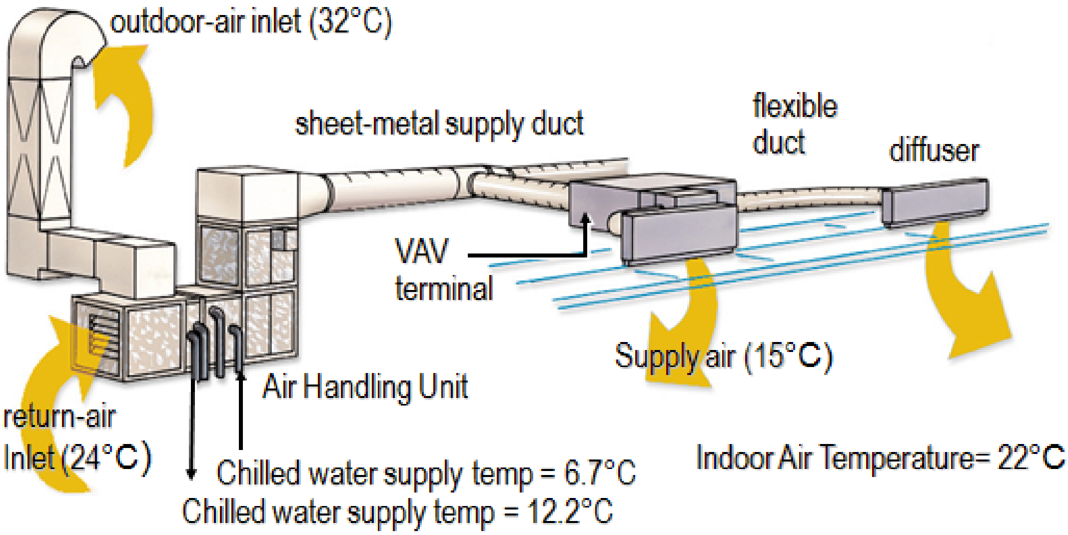
AIR HANDLING UNITS

မာတိကာ

၃.၁ Air Handling Unit အမျိုးအစားများ 3-1
၃.၂ AHU ၏ Component များ 3-3
၃.၂.၁ Mixing Box 3-4
၃.၂.၂ လေစစ် (Air Filter) 3-4
၃.၂.၃ Heating Coil 3-5
၃.၂.၄ Cooling Coil 3-5
၃.၂.၅ Humidifier 3-6
၃.၂.၆ Fan သို့မဟုတ် Blower 3-6
၃.၃. Air Handling Unit Technical Data များ 3-6
၃.၄ Air Handling Unit နှင့် Fire Mode 3-10
၃.၅ Cooling Coil နှင့် Heating Coil များအကြောင်း 3-11
၃.၅.၁ Direct expansion coil(DX Coil) 3-12
၃.၅.၂ Chilled Water Cooling Coil 3-13
၃.၅.၃ Hot Water Heating Coil 3-14
၃.၅.၄ Steam Heating Coil 3-14
၃.၆ Coil အရွယ်အစား (Size) 3-15
၃.၇ AHU Cooling Coil တည်ဆောက်ပုံ 3-16
၃.၇.၁ Coil ၏ Row နှင့် Fin များ 3-17
၃.၈ Dry Coil နှင့် Wet Coil 3-20
၃.၉ AHU Cooling Coil Specification 3-21
၃.၁၀ Sensible Capacity ၊ Latent Capacity နှင့် Total Capacity 3-24
၃.၁၁ Cooling Coil Header Connection 3-27
၃.၁၂ AHU နှင့် အတူတပ်ဆင်သည့် pipe ၊ fitting နှင့် device များ 3-27
၃.၁၂.၁ (A)Gate Valves 3-28
၃.၁၂.၂ (B) Pressure Gauge 3-29
၃.၁၂.၃ (C) Temperature Gauge သို့မဟုတ်Thermometer 3-29
၃.၁၂.၄ (D) Strainer 3-29
၃.၁၂.၅ (E) Balancing Valve 3-30
၃.၁၂.၆ (F) Chilled Water Control Valve သို့ Modulating Valve 3-30
၃.၁၃ AHU နှင့် FCU Drain ပိုက်များ 3-30
၃.၁၄ VAV AHU တစ်လုံး ၏ Controller နှင့် Control Logic 3-32
၃.၁၄.၁ Description 3-33
၃.၁၄.၂ DDC Terminal Block Assignment (UAH2484L) 3-35
၃.၁၄.၃ Variable Air Volume (VAV) AHU ၏ DDC Layout နှင့် Wiring Diagram 3-36
၃.၁၄.၄ Variable Air Volume (VAV) AHU ၏ Typical Sensor Termination 3-37
၃.၁၄.၅ AHU Control Logic 3-37

Chapter-3 Air Handling Units



ပုံ ၃-၁ Air Handling Unit တစ်ခု အလုပ်လုပ်ပုံကို အပူချိန်များနှင့်တကွ ဖော်ပြထားပုံ

၃.၁ Air Handling Unit အမျိုးအစားများ

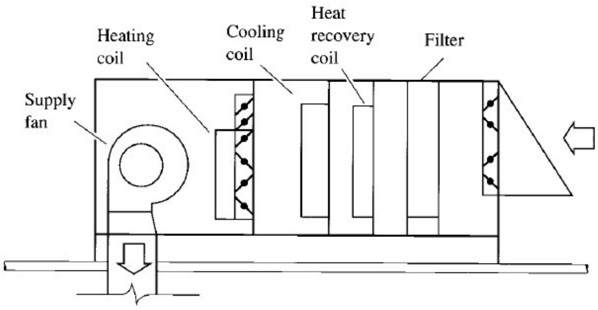
Air handling unit များကို တည်ဆောက်ပုံ(structure)၊ တပ်ဆင်သည့်နေရာ(location)၊ အေးစေမည့်လေ အမျိုးအစားနှင့် characteristics တို့ကိုလိုက်၍ အောက်ပါတိုင်း အမျိုးအစား ခွဲခြားနိုင်သည်။

(က) Horizontal Unit နှင့် Vertical Unit

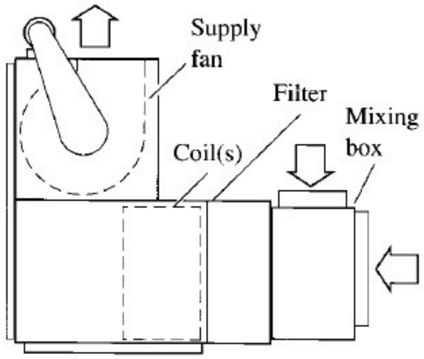
(ခ) Draw-Through Unit နှင့် Blow-Through Unit

(ဂ) Outdoor Air (or Makeup Air) AHU နှင့် Mixing AHU နှင့်

(ဃ) Constant Air Volume (CAV) AHU နှင့် Variable-Air-Volume (VAV) AHU တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၃-၂ Horizontal Unit



ပုံ ၃-၃ Vertical Unit

(က) Horizontal နှင့် Vertical Unit

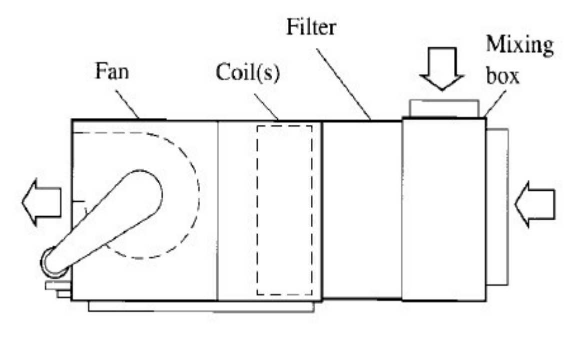
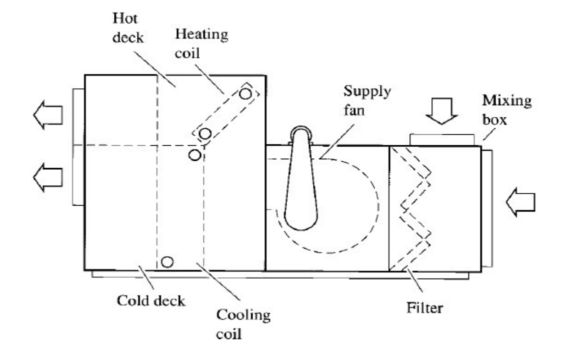
Blower(supply fan)၊ cooling coil နှင့် လေစစ်(filter) တို့ကို တူညီသောအမြင့်(same level) တပ်ဆင်ထားလျှင် "Horizontal Unit" ဟုခေါ်ဆိုသည်။ Horizontal unit ကို တပ်ဆင်ရန်အတွက် နေရာကျယ်ကျယ် လိုသည်။ သို့သော် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန်အတွက် လွယ်ကူအဆင်ပြေသည်။ ကြီးမားသော Air Handling Unit(AHU) များကို "Horizontal Unit" အဖြစ်သာ တပ်ဆင်လေ့ရှိသည်။

Blower သည် cooling coil ၏ အပေါ်တွင် တည်ရှိသောကြောင့် "Vertical Unit" ဟုခေါ်ခြင်းဖြစ်သည်။ နေရာအခက်အခဲရှိသောကြောင့် AHU blower ကို cooling coil ၏ အပေါ်တွင် ဆင့်၍တင်ထားလျှင် "Vertical Unit" အဖြစ် သတ်မှတ်နိုင်သည်။ အထိုင်ချရန်နေရာအကျယ်(foot print)သေးငယ်သောကြောင့် အခန်းကျဉ်းကျဉ်း အတွင်း၌ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ သို့သော် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှု ပြုလုပ်ရန်ခက်ခဲသည်။ Vertical unit များကို တပ်ဆင်ရန် နေရာ အနည်းငယ်သာ လိုအပ်သည်။ များသောအားဖြင့် အရွယ်အစားသေးငယ်သည့် Air Handling Unit များကို "Vertical Unit" အဖြစ် ထုတ်လုပ်ကြသည်။

(ခ) Draw Through Unit သို့မဟုတ် Blow Through Unit

Draw Through Unit

Blower သည် cooling coil ဘက်မှ လေကို စုပ်ယူသောကြောင့် "Draw Through Unit" ဟုခေါ်သည်။ Supply fan (blower)သည် လေကို coil section သို့အရင် ဖြတ်သန်းစေပြီးမှ စုပ်ယူသောကြောင့် Draw-Through Unit ဟုခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။ ထိုသို့ စုပ်ယူခြင်းဖြင့် coil ၏ fin များအကြား၌ လေသည် ညီညာစွာ ဖြတ်သွားသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် cooling coil ၌ uniform face velocity ရရှိနိုင်သည်။ AHU မှ ထွက်လေ(leaving air)ကို လည်း supply duct ဖြင့် အလွယ်တကူ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ "Draw Through Unit" ကို အများဆုံး အသုံးပြုကြသည်။

	
ပုံ ၃-၄ Draw-Through Unit	ပုံ ၃-၅ Blow Through Unit

Blow Through Unit

Blower သည် လေကို cooling coil ဆီသို့ မှုတ်ထည့်သောကြောင့် "Blow Through Unit" ဟု သတ်မှတ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် AHU ထဲသို့ဝင်လာသည့်လေသည် blower ဖြတ်ပြီးမှ cooling coil ဆီသို့ ရောက်ရှိသောကြောင့် "Blow -Through Unit" ဖြစ်သည်။ ပုံ(၃-၅)တွင် ပြထားသည့် အတိုင်း supply fan သည် လေကို cooling coil သို့မဟုတ် heating coil နှင့် လေစစ်(filter)ဆီသို့ မှုတ်သွင်းသောကြောင့် "Blow Through Unit" ဟုခေါ်သည်။ "Blow Through Unit"၏ အားသာချက်သည် supply fan ၏ မော်တာမှ ထွက်လာသော အပူ(heat)ကို coil မှ စုပ်ယူလိုက်သောကြောင့် အခန်း(serving area) အတွင်းသို့ မရောက်တော့ပေ။

(ဂ) Outdoor Air သို့မဟုတ် Makeup Air AHU သို့မဟုတ် Mixing AHU

များသောအားဖြင့် AHU များသည် အခန်းအတွင်းမှလေကို return air အဖြစ် ပြန်လည်စုပ်ယူလေ့ရှိသည်။ လေကို လည်ပတ်(circulate)စေခြင်း ဖြစ်သည်။ ထိုကဲ့သို့သော unit များကို AHU ဟုသာ ခေါ်ဆိုသည်။ သို့သော် အဆောက်အဦး တစ်ခုလုံးအတွက် လိုအပ်သော သန့်ရှင်းလတ်ဆတ်သည့်လေ(fresh air)ကို အေးအောင် သို့မဟုတ် နွေးအောင်(treat)လုပ်သည့် AHU များကို "Outdoor Air Handling Unit" သို့မဟုတ် "Makeup Air Handling Unit" သို့မဟုတ် "Pre Cooled Air Handling Unit" ဟုခေါ်ဆိုကြသည်။

Outdoor air ကိုအေးအောင်(treat)လုပ်သောကြောင့် "Outdoor Air Handling Unit" ဟုခေါ်သည်။ အခန်းအတွင်းမှ လျော့နည်း သွားသည့်လေများကို ပြန်ဖြည့်ရန်အတွက် ထားရှိသောကြောင့် "Makeup Air Handling Unit" ဟုခေါ်သည်။ AHU အတွင်းသို့ ထည့်ပေးရန်လိုအပ်သော လေကို မထည့်ခင်ကြိုတင်၍ အေးအောင်ပြုလုပ်သောကြောင့် "Pre Cooled Air Handling Unit" ဟု ခေါ်သည်။

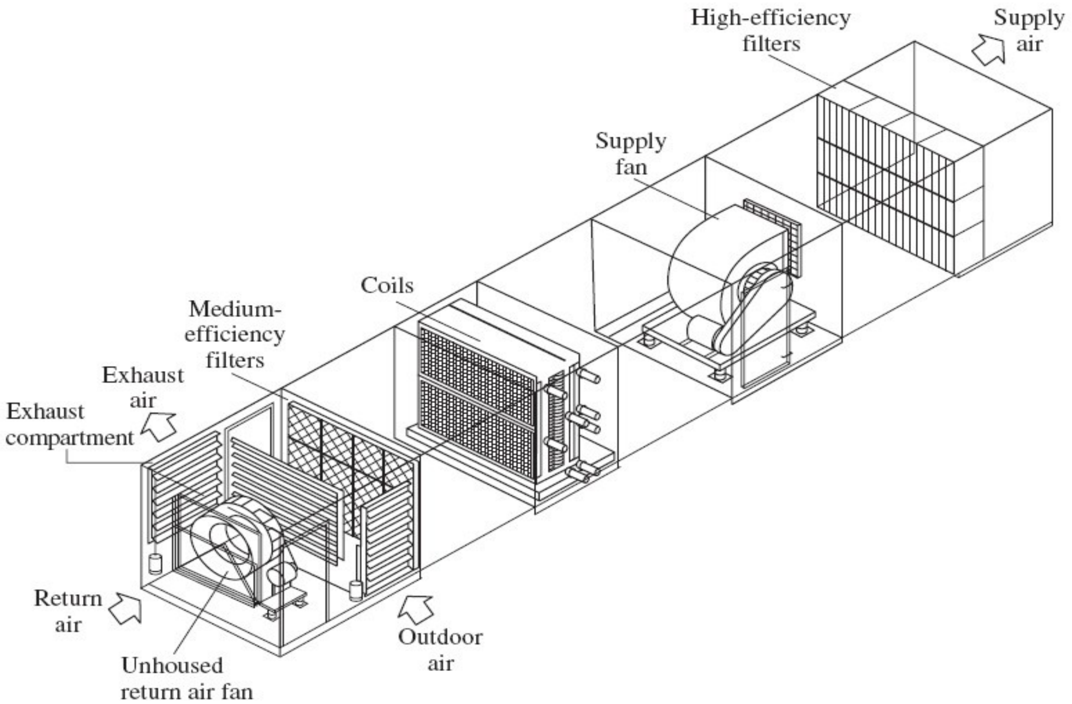
Outdoor Air AHU ၏ နံရံ၌ ရေသီးခြင်း(condensation) ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသည်။ ထို ရေသီးခြင်း (condensation) ပြဿနာကို ဖြေရှင်းရန် အတွက် outdoor AHU နံရံများကို နှစ်လက်မ သို့မဟုတ် နှစ်လက်မထက် ပိုထူသည့် insulation ဖြင့် ပြုလုပ်လေ့ ရှိသည်။

(ဃ) Constant Air Volume (CAV) AHU သို့မဟုတ် Variable-Air-Volume (VAV) AHU

AHU လေလည်ပတ်နှုန်း(air flow rate)ကို မူတည်၍ "Constant Air Volume(CAV) AHU" သို့မဟုတ် "Variable Air Volume (VAV) AHU" ဟုခွဲခြားထားသည်။ အမြဲတမ်း မပြောင်းလဲသည့်လေလည်ပတ်နှုန်း (constant air flow rate)ဖြင့် မောင်းနေသော AHU ကို "Constant Air Volume Air Handling Unit(CAV AHU)" ဟုခေါ်သည်။

အခန်း ၏ cooling load လိုအပ်ချက်အရ လေလည်ပတ်နှုန်း(air flow rate)လိုအပ်သလို ပြောင်းလဲ၍ မောင်းသည့် AHU ကို "Variable Air Volume Air Handling Unit(VAV AHU)" ဟုခေါ်သည်။ VAV AHU များအတွက် duct များတွင် Variable Air Volume Box (VAV Box)ကို တပ်ဆင်ထားရန် လိုသည်။ Variable Air Volume အကြောင်းကို အခန်း-၉(Chapter-9)တွင် အသေးစိတ် ရှင်းပြထားသည်။

၃.၂ AHU ၏ Component များ

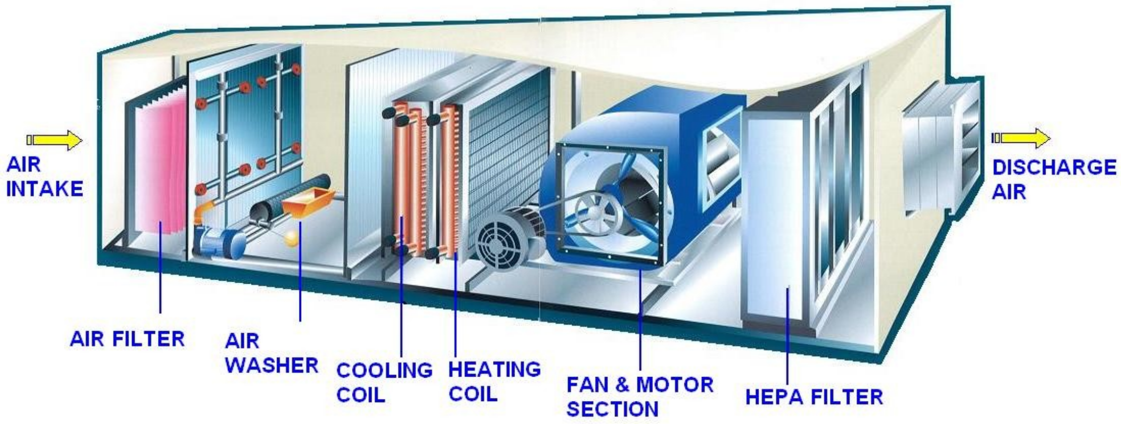


ပုံ ၃-၆ Air Handling Unit တစ်ခုတွင်ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများကိုဖော်ပြထားပုံ

၃.၂.၁ Mixing Box

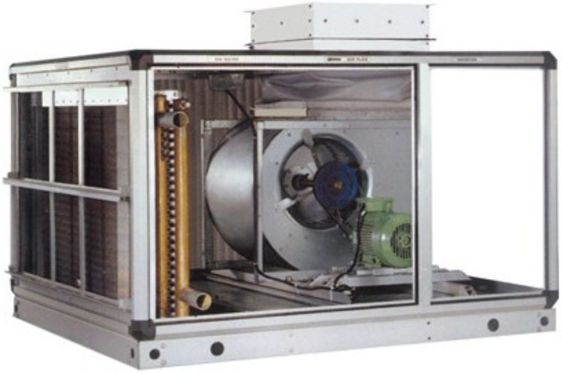
AHU တစ်ခု၏ mixing box သည် အခန်းမှပြန်ယူထားသည့်လေ(return air) နှင့် ပြင်ပလေ(outside air) ရောနှောစေရန် အတွက်ပြုလုပ်ထားသည့် အခန်းငယ် ဖြစ်သည်။ Comfort air conditioning အတွက်

တပ်ဆင်သော AHU တိုင်း၌ return air နှင့် ပြင်ပလေ(outside air)ရောနှောရန် လိုအပ်သည်။ သို့သော် ပြင်ပလေ ရာနှုန်းပြည့်(100% outside air)သုံးသော AHU များ နှင့် ပြင်ပလေ(outside air) ထည့်ရန် မလိုအပ်သော AHU များတွင် mixing box မလိုအပ်ပေ။ ရောစပ်လိုသည့် return air ပမာဏ နှင့် ပြင်ပလေ(outside air) ပမာဏ ရရှိရန်အတွက် damper များဖြင့် control လုပ်နိုင်သည်။ ရောပြီးသား လေ၏အပူချိန်(mixed air temperature)နှင့် humidity ratio တို့သည် damper ပွင့်နေသည့်အကျယ်(opening position) ပမာဏ နှင့် တိုက်ရိုက် မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း ဆက်သွယ်မှု(linear relationship) မရှိပါ။



ပုံ ၃-၇ Air Handling Unit တစ်ခုတွင်ပါဝင်သော အစိတ်အပိုင်းများကိုဖော်ပြထားပုံ

ပုံ ၃-၇ (က) Mixing box တွင် damper တပ်ဆင်ထားပုံ

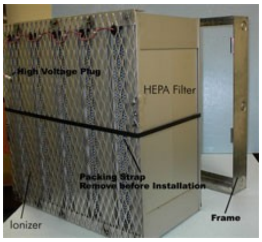
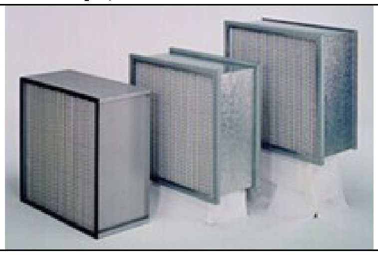


ပုံ ၃-၇ (ခ) AHU တစ်လုံး၏ အတွင်းပိုင်းပုံ

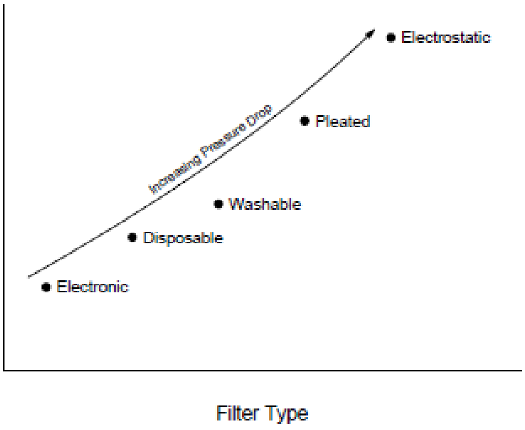
၃.၂.၂ လေစစ် (Air Filter)

လေစစ်(air filter)များသည် AHU တိုင်း၌ မရှိမဖြစ်ပါရမည့် အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ ဝင်လာသည့် retrun air သို့မဟုတ် outdoor air သို့မဟုတ် mixed air ကို အခန်း(service area)ဆီသို့ အေးအောင် သို့မဟုတ် နွေးအောင်(treat)လုပ်၍ မပို့ပေးခင် တတ်နိုင်သမျှ သန့်စင်အောင်ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သည်။ အသုံးပြုပုံ (application)ကို လိုက်၍ လေသန့်စင်မှု လိုအပ်ချက် ကွဲပြားသည်။ လေသန့်စင်မှု လိုအပ်ချက်ကိုလိုက်၍ လေစစ် အမျိုးအစားများ (air filter types) ကွဲပြားကြသည်။

အထက်ပါ လေစစ်(air filter)များ အားလုံးကို "Particulate Media Filter" ဟုခေါ်သည်။ Particulate filter များ၏ efficiency ကို "Dust-Spot Efficiency" သို့မဟုတ် "Minimum Efficiency Reporting Value" (MERV)ဖြင့် ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။ Dust-Spot Efficiency ဆိုသည်မှာ ASHRAE Standard 52.2 အရ လေစစ်(air filter)သည် လေထဲရှိ အမှုန်မည်မျှကို ဖမ်းယူသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း ရှိသည်ကို ဖော်ပြသည်။

ပုံ ၃-၈ (က)Disposable Filter	ပုံ ၃-၈ (ခ)Washable Filter	ပုံ ၃-၈ (ဂ)Bag Filter
		
ပုံ ၃-၈ (ဃ)Electronic Filter	ပုံ ၃-၈ (င)HEPA Filter	ပုံ ၃-၈ (စ)Cartridge filter

Minimum Efficiency Reporting Value(MERV)သည် ASHRAE Standard 52.2 အရ လေထဲရှိ 0.3 မှ 1 micron ပမာဏ အရွယ်အစားရှိသော အမှုန်မည်မျှကို ဖမ်းယူသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း ရှိသည်ကို ဖော်ပြသည်။



လေစစ်(filter)အမျိုးအစားများကို လိုက်၍ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) ကွာခြားသည်။ Electronic filter အမျိုးအစားသည် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) အနည်းဆုံးဖြစ်ပြီး electrostatic filter အမျိုးအစား သည် အများဆုံး ဖြစ်သည်။

တစ်ခါသုံးလေစစ်(disposable filter)အမျိုးအစားနှင့် လျှော်ဖွတ်နိုင်သည့် လေစစ်(washable filter) အမျိုးအစားတို့ကို Air Handling Unit များတွင် များဆုံး အသုံးပြုသည်။

ပုံ ၃-၉ လေစစ်(air filter) အမျိုးအစား ကိုလိုက်၍ ဖြစ်ပေါ်လာမည့် ဖိအားကျဆင်းမှု (pressure drop)

Air Filtration

Air con ပေးထားသည့် အခန်းအတွင်းရှိ လေကို အမြဲသန့်စင်နေစေရန်အတွက် အမှုန်များ၊ အမှိုက်များ (particulate contaminant)များကို စဉ်ဆက်မပြတ် သန့်စင်(filter)ပေးရမည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် လေစစ်(filter)ဖြင့် စစ်ပြီးသည့် လေများကိုသာ အခန်းအတွင်းသို့ ပို့ပေးရမည်။ Ventilation အတွက် အသုံးပြုသော ပြင်ပလေ(outdoor air)များနှင့် ပြန်လည်အသုံးပြုမည့် indoor air များကို လေစစ်(filter)ဖြင့် သန့်စင်ပေးရမည်။

လေစစ်(filter) များကို Minimum Efficiency Reporting Value (MERV)ဖြင့် အမျိုးအစား ခွဲခြား သတ်မှတ် ထားသည်။ ပြင်ပလေ(outdoor air)ကို pre filter လုပ်မည့် လေစစ်(filter) အမျိုးအစားသည် MERV အဆင့်(၁) သို့မဟုတ် (၁)ထက် ပိုကောင်းစေရမည်။

Mixed air သို့ Recirculated air များကို သန့်စင်မည့် လေစစ်(filter)သည် MERV အဆင့်(၅) သို့မဟုတ် (၅) ထက်ပို ကောင်းရစေမည်။ လေစစ်(filter)ဖြင့် သန့်စင်ခြင်းမရှိသော လေများ(unfilter air သို့မဟုတ် Bypass air) အခန်းအတွင်းသို့ မရောက်စေရ။ လေစစ်(filter)များကို အလွယ်တကူ စစ်ဆေးနိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားရမည်။ အချိန်တိုင်း ကြည့်ရှု စစ်ဆေးနိုင်အောင်၊ ဆေးကြောနိုင်အောင်၊ ပြုလုပ်ထားရမည်။ လေစစ်(filter)များ၏ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ကို ဖော်ပြသည့်ကိရိယာ ရှိရမည်။

Recalculated air များနှင့် mixed air များအတွက် duct spot efficiency 80% ရှိသော လေစစ်(filter)များကိုသာ secondary filter များအဖြစ် အသုံးပြုရမည်။ ထို 80% efficiency ရှိသော လေစစ်(filter) များသည် outdoor air များ၏ အရည်အသွေး (quality)ဆိုးဝါးသည့် အခါမျိုးတွင် အသုံးပြုရန် သင့်လျော်သည်။ ထို လေစစ်(filter) များကြောင့် duct များကို မကြာခဏ သန့်ရှင်းရေးလုပ်ရန် မလိုအပ်ပေ။

Recalculated air သို့မဟုတ် mixed air သို့မဟုတ် ပြင်ပလေ(outdoor air)များအတွက် secondary filter အသုံးမပြုလျှင် လေစစ်အနု(fine particle)များဖြင့် သန့်စင်ရန် လိုသည်။ Pollution standard index of outdoor သည် ၁၀၀ ကျော်ခဲ့လျှင် လေစစ်အနု(fine particle)များကို သန့်စင်ရန် လိုသည်။

၃.၂.၃ Heating Coil

အအေးပိုင်းဒေသရှိ နိုင်ငံများ၌ တပ်ဆင်သည့် AHU များတွင် heating coil သို့မဟုတ် heater တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။ Heating coil ကို မောင်းနှင်လည်ပတ်ရန် ကုန်ကျစရိတ်(operating cost)သည် လျှပ်စစ်အပူပေးစက်(electric heater)ထက် ပိုနည်းသည်။ Heating coil တွင် hot water heating coil နှင့် steam heating coil ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။

၃.၂.၄ Cooling Coil

Cooling coil တွင် chilled water cooling coil နှင့် direct expansion (DX) cooling coil ဟူ၍ နှစ်မျိုး ရှိသည်။

၃.၂.၅ Humidifier

Humidifier သည် ရေငွေ့(moisture)ကို လေ(air)ထဲသို့ထည့်ပေးသည့် ကိရိယာတစ်မျိုး ဖြစ်သည်။ Humidifier တွင် water-spray humidifier နှင့် steam humidifier ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။ အေး၍ခြောက်သွေ့သော နိုင်ငံများတွင်သာ တပ်ဆင်ရန်လိုသည်။

၃.၂.၆ Fan သို့မဟုတ် Blower

လေများကို လည်ပတ်စေရန်(circulate)အတွက် fan သို့မဟုတ် blower လိုအပ်သည်။ Blower များအကြောင်းကို အခန်း-၆ (Chapter-6)တွင် အသေးစိတ် ဖော်ပြထားသည်။

၃.၃. Air Handling Unit Technical Data များ

အောက်တွင် Air Handling Unit တစ်လုံး၏ technical data sheet မှ အချက်အလက်များကို ဥပမာအဖြစ် ဖော်ပြထားသည်။

Unit Name AHU 1-1 ၊ Model 70x80

AHU 1-1 သည် AHU တပ်ဆင်အသုံးပြုသည့်နေရာကို ရည်ညွှန်းသည့်နံပါတ်(reference number) ဖြစ်သည်။ AHU ထုတ်လုပ်သူက သတ်မှတ်ထားသော မော်ဒယ်(model) အမျိုးအစားသည် YDM 70x80 ဖြစ်သည်။ YDM သည် နှစ်လက်မ insulation အထူရှိသော AHU အမျိုးအစားဖြစ်ပြီး 70x80 သည် AHU ၏ အရွယ်အစား ဖြစ်သည်။ ဤ မော်ဒယ်(model)များကို York တံဆိပ် AHU များတွင်သာ တွေ့နိုင်သည်။

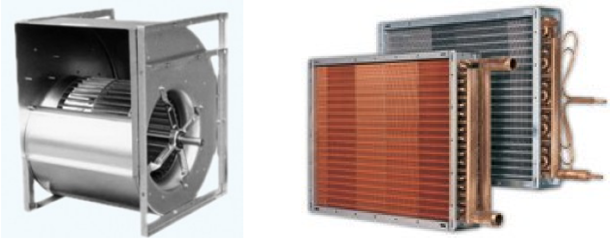
Unit Configuratioin(Horizational)

AHU များကို vertical configuration နှင့် horizontal configuration ဟု နှစ်မျိုး ခွဲခြားထားသည်။ Cooling coil ကို အောက်၌ထား၍ blower ကို အပေါ်တွင်ထားလျှင် "Vertical Configuration AHU" အဖြစ် သတ်မှတ်သည်။ Cooling coil နှင့် blower ကို ကြမ်းတပြေးတွင်(အမြင့်တူညီစွာ)တပ်ဆင်ထားလျှင် "Horizontal Configuration AHU" အဖြစ် သတ်မှတ်သည်။

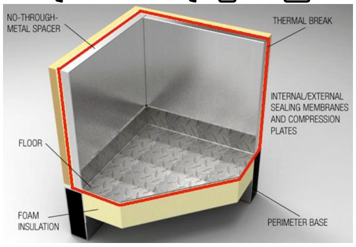
UNIT NAME		AHU1-1-70x80PANEL	MODEL		YDM 70x80
UNIT CONFIGURATION		HORIZONTAL	REQUESTED QUANTITY		1
FAN MOTOR SPECIFICATION			TRANSMISSION SPECIFICATION		
BLOWER TYPE / BLADE		DIDW / BACKWARD	PULLEY TYPE / GROOVES		SPB / 2
WHEEL DIAMETER / FRAME	mm	800 / K	FAN / MOTOR PULLEY Ø	mm	335 / 236
DISCHARGE		Rear	BELT LENGTH	mm	2000
AIR VOLUME	CFM (m^3/hr)	28,249 (48000.000)			
TOTAL PRESSURE	in. Wg (Pa)	2.83 (707)			
ESP / TSP	in. Wg (Pa)	1.40 (350) / 2.41 (603)			
ALTITUDE / TEMPERATURE	ft (m) / °F (°C)	0 (0) / 68.9 (20.5)			
FAN RPM	RPM	1019	INLET IN-DUCT SOUND PWR	dB (A)	93
MOTOR TYPE / POLES		TEFC - IP55 / 4	INLET IN-DUCT SOUND PWR dB	125 Hz	95
ABSORBED FAN / MOTOR POWER	kW	13.50 / 16.20	PER OCTAVE BAND UNIT	250 / 500 Hz	91 / 94
RECOMMENDED MOTOR	kW	18.50		1k / 2k Hz	88 / 82
MOTOR SAFETY ALLOWANCE	%	20		4k / 8k Hz	75 / 66
ELECTRICAL SUPPLY	V-ph-Hz	380-415 V / 3ph / 50 Hz			
OUTLET IN-DUCT SOUND PWR	dB (A)	95	AIRBORNE SOUND POWER	dB (A)	74
OUTLET IN-DUCT SOUND PWR dB	125 Hz	95	AIRBORNE SOUND POWER dB	125 Hz	85
PER OCTAVE BAND UNIT	250 / 500 Hz	97 / 94	PER OCTAVE BAND UNIT	250 / 500 Hz	77 / 69
	1k / 2k Hz	91 / 85		1k / 2k Hz	67 / 62
	4k / 8k Hz	76 / 68		4k / 8k Hz	45 / 34
FAN DISCHARGE VELOCITY	m/s	13.15			
TOTAL FAN EFFICIENCY	%	69.79			

Fan မော်တာ နှင့်သက်ဆိုင်သည့်အချက်အလက်များ (Motor Specification)

အောက်ပါ Data များသည် Fan(Blower)၏ မော်တာနှင့် သက်ဆိုင်သော အချက်အလက်များဖြစ်သည်။



ပုံ ၃-၁၀ AHU blower နှင့် cooling coil



ပုံ ၃-၁၁ AHU Wall casing

Blower Type / Blade(DIDW / BACKWARD)

Blower များကို DIDW နှင့် SISW နှစ်မျိုးခွဲခြားသည်။ DI သည် Double Inlet ၏ အတိုခေါက် ဖြစ်သည်။ ဘေးနှစ်ဘက်စလုံးမှ လေများ blower အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်လာသည့် အမျိုးအစား ဖြစ်သည်။ DW သည် Double Width Blower Wheel ဖြစ်သည်။ SISW သည် Single Inlet Single Width ဖြစ်သည်။ လေများ blower အတွင်းသို့ တစ်ဘက်တည်းမှသာ ဝင်ရောက်လာနိုင်သည့် အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ SW သည် single width blower wheel ဖြစ်သည်။ Blower များ ၏ ဒလက်(blade)ကို "Forward Curve" ၊ "Radial" နှင့် "Backward Curve" ဟူ၍ အဓိကအားဖြင့် သုံးမျိုး ခွဲခြားထားသည်။

Wheel Diameter(800 mm)/ Frame K

Blower တွင် တပ်ဆင်ထားသည့် ဘီးအချင်း(wheel diameter)သည် (၈၀၀)မီလီမီတာဖြစ်ပြီး blower ၏ ဖရိမ်(frame) အမျိုးအစားသည် K ဖြစ်သည်။

Discharage(Rear)

AHU များတွင် လေကို မှုတ်ထုတ်နိုင်သည့်နေရာ(discharge) နှစ်နေရာရှိသည်။ "Rear Discharge" နှင့် "Top Discharge" တို့ ဖြစ်သည်။ "Rear Discharge" အမျိုးအစားတွင် လေကို AHU ၏ နောက်ဘက်မှ မှုတ်ထုတ်သည်။ "Top Discharge" အမျိုးအစားတွင် လေကို AHU ၏ အပေါ်ဘက်မှ မှုတ်ထုတ်သည်။

Air Volume = 28,249 CFM (CMH 48,000)

AHU blower မှ ထုတ်ပေးနိုင်သည့်လေပမာဏ(air volume) သည် 28,249 CFM (48,000 CMH) ဖြစ်သည်။ တစ်နာရီလျှင်(၄၈၀၀၀)ကုဗမီတာနှုန်း (48,000 CMH)ဖြစ်သည်။ "volume flow rate" ဟုလည်း ခေါ်ဆိုလေ့ ရှိသည်။

Total Pressure = 2.83 in. Wg(707 Pa)

AHU blower မှ ထုတ်ပေးနိုင်သည့် ဖိအား(total pressure) သည် 2.83 inch of water colum (707 Pa) ဖြစ်သည်။ ထိုဖိအား(total Pressure)သည် ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(pressure loss) အားလုံး အတွက်ဖြစ်သည်။ Mixing box ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(pressure loss)၊ cooling coil ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(pressure loss)၊ လေစစ်(filter)ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(pressure loss)၊ AHU အပြင်ဘက်ရှိ duct system အတွက် ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(pressure loss) စသည့် ဖိအားဆုံးရှုံးမှုများ(lossess) အားလုံး အတွက်ဖြစ်သည်။

ESP / TSP(Pa) = 1.40 in. Wg (350 Pa) / 2.41 in. Wg (603 Pa)

ESP သည် "External Static Pressure" ၏အတိုခေါက် ဖြစ်သည်။ TSP သည် "Total Static Pressure" ဖြစ်သည်။ AHU blower မှ ထုတ်ပေးနိုင်သည့် "External Static Pressure" သည် 1.40 inch of Water Colum (350 Pa) ဖြစ်သည်။ Total static pressure သည် 2.41 inch of Water Colum(603 Pa)ဖြစ်သည်။

External/total static pressure သည် AHU blower ၏ ဖိအား(total Pressure)မှ mixing box ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(pressure loss)၊ cooling coil ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားဆုံးရှုံးမှု (pressure loss)၊ လေစစ်()ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားဆုံးရှုံးမှု(filter pressure loss) စသည့် ဖိအားဆုံးရှုံးမှုများ (pressure lossess)ကို နုတ်ပြီး ကျန်သည့် ဖိအား(pressure) ဖြစ်သည်။ External/total static pressure သည် duct friction loss များ၊ supply air grill များ နှင့် diffuer ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)များနှင့် damper ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)များအတွက် ဖြစ်သည်။

Altitude / Temperature = 0(0)/ 68.9(20.5)

AHU တပ်ဆင်အသုံးပြုမည့် နေရာသည် ပင်လယ်ရေပြင်(sea level)အမြင့်နှင့် တူညီသည် ဟုဆိုလိုသည်။

Fan Speed (RPM) = 1019

AHU blower ဝင်ရိုး၏ လည်ပတ်နှုန်း(RPM)သည် တစ်မိနစ်လျှင် အပတ်ရေ(၁၀၁၉) ဖြစ်သည်။

Motor Type /Poles = TEFC - IP55 / 4

မော်တာအမျိုးအစားသည် TEFC ဖြစ်သည်။ TEFC သည် "Totally Enclosed, Fan Cooled" ၏ အတိုခေါက် ဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် မော်တာ ကွိုင်(winding) သည် မော်တာအိမ်(enclosure)အတွင်း၌ ရှိပြီး ပန်ကာ(fan)ဖြင့် မော်တာကို အေးအောင် ပြုလုပ်ထားသည်။ IP55 သည် motor enclosure ၏ rating (protection against solid and Liquid)ကို ဆိုလိုသည်။ မော်တာအခန်းတွင် အသေးစိတ် ဖော်ပြထားသည်။

Absorbed Fan / Mortor Power kW = 13.50 kW / 16.20 kW

Absorbed power သည် blower ၏ ဝင်ရိုး(shaft)လည်ရန်အတွက် လိုအပ်သော စွမ်းအား(power) ဖြစ်သည်။ မော်တာသည် blower ကို ဘဲလ်ကြိုး(belt)ဖြင့်မောင်းသည်။ Belt drive ဖြစ်သည်။ Belt drive

များတွင် slip ဖြစ်လေ့ရှိသည်။ ထိုကြောင့် belt drive များတွင် စွမ်းအင်ပေးပို့ရာတွင် ဖြစ်ပေါ်သောဆုံးရှုံးမှု (transmission loss) ရှိသည်။ ထိုကြောင့် မော်တာစွမ်းအား(motor power)သည် absorbed power ထက်များရမည်။ ဤ AHU တွင် AHU blower's shaft power 13.50 kW ရရှိရန်အတွက် မော်တာစွမ်းအား (motor power)သည် 16.20 kW ဖြစ်ရန် လိုအပ်သည်။

Recommeded Motor = 18.50 kW

Recommended motor kW 18.50 သည် မော်တာ အရွယ်အစား(size)ကို ဆိုလိုသည်။ ဤ AHU လိုအပ်သော မော်တာစွမ်းအား(motor power)သည် 16.20 kW ဖြစ်သော်လည်း ဈေးကွက်တွင် 16.20 kW မော်တာ အရွယ်အစားမရှိပါ။ ထိုကြောင့် 18.50 kW မော်တာကို တပ်ဆင်ရန် တိုက်တွန်းခြင်း (recommendation) ဖြစ်သည်။ 18.50 kW မော်တာ မရနိုင်လျှင် 22.0 kW မော်တာ တပ်ဆင်မောင်းနိုင်သည်။ ထိုကြောင့် recommend စာလုံးကို သုံးခြင်းဖြစ်သည်။ သို့သော် 15.0 kW ကို အသုံးပြုရန် မသင့်လျော်ပေ။ ဈေးကွက်တွင် ရရှိနိုင်သော မော်တာအရွယ်အစား(motor size)များသည် 3.0 kW ၊ 4.0 kW ၊ 5.5 kW ၊ 7.5 kW ၊ 11.0 kW ၊ 15.0 kW ၊ 18.5 kW ၊ 22.0 kW ၊ 37kW ၊ 45kW စသည် တို့ဖြစ်သည်။

Motor Safety Allowance = 20 %

မော်တာ အရွယ်အစားရွေးချယ်ရာတွင် safety allowance အဖြစ် ၂၀% ပိုထားသည်။

Electrical supply = V-ph-Hz (380-415 V / 3ph / 50 Hz)

ထို AHU blower ၏ မော်တာကို မောင်းရန် လိုအပ်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်အား(electrical power supply)သည် ၃၈၀ မှ ၄၁၅ ဗို့အား(voltage) အတွင်း ဖြစ်ရမည်။ Frequency 50 Hz ရှိသော 3 phase power supply ဖြစ်ရမည်။ (စင်ကာပူနိုင်ငံအတွက်ဖြစ်သည်။) မြန်မာနိုင်ငံ နှင့် ထိုင်းနိုင်ငံတို့ ၌ 60 Hz လျှပ်စစ်ဓါတ်အား (electrical power supply)ကို အသုံးပြုသည်။

Fan Discharge Velocity = 13.15 m/s

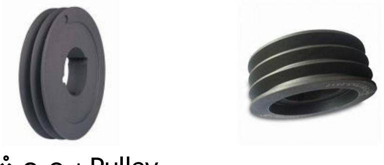
AHU ၏ လေထွက်ပေါက်(out let)မှ ထွက်သွားသည့် လေအလျင်(discharge velocity)သည် တစ်စက္ကန့်လျှင် (၁၃.၁၅)မီတာနှုန်း (13.15 m/s)ဖြစ်သည်။ Discharge velocity များလွန်းလျှင် အသံ အလွန်ဆူညံသည်။

Totoal Fan Efficiency = 69.79 %

Fan(Blower)၏ total fan efficiency သည် 69.79% ဖြစ်သည်။ (Fan ၏ total efficiency သည် ၇၅% ထက်ကျော်လျှင် ပိုကောင်းသည်။)

Transmission Specification

Pulley Type/Grooces = SPB/2



Pulley အမျိုးအစားသည် မြောင်းနှစ်မြောင်း(2 grooves) ပါသော SPB Pulley ဖြစ်သည်။ ပူလီ(pulley) အသုံးမပြုသော direct drive များလည်းရှိနိုင်သည်။

ပုံ ၃-၁၂ Pulley

Fan / Motor Pulley Ø = mm 335 mm / 236 mm

Fan(blower)ဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားသော ပူလီ၏အချင်း(pulley diameter)သည် 335 mm ဖြစ်ပြီး မော်တာဘက်တွင် တပ်ဆင်ထားသော ပူလီ၏အချင်း(pulley diameter)သည် 236 mm ဖြစ်သည်။ ထို pulley အရွယ်အစားနှစ်ခု အရ မော်တာ၏ အပတ်ရေ(RPM)သည် (၁၄၅၀) ဖြစ်လျှင် fan (blower)၏ အပတ်ရေသည် (၁၀၂၁) ဖြစ်သည်။(slip ဖြစ်မည့် အပတ်ရေ(RPM)ကို ထည့်မတွက်ခဲ့လျှင်)

Belt Length = 2000 mm

Fan (blower)၏ pulley နှင့် မော်တာ၏ pulley ကို ချိတ်ဆက်ထားသော ဘဲလ်ကြိုး(belt) ၏ အရှည်သည် 2000 mm ဖြစ်သည်။ Sound Level Data များ

OUTLET IN-DUCT SOUND PWR	dB(A)95	
OUTLET IN-DUCT SOUND PWR	dB 125 Hz 95	
PER OCTAVE BAND UNIT	250 / 500 Hz	97 / 94
	1k / 2k Hz	67 / 62
	4k / 8k Hz	76 / 68
AIRBORNE SOUND POWER	dB(A)74	
AIRBORNE SOUND POWER	dB 125 Hz 85	
PER OCTAVE BAND UNIT	250 / 500 Hz	77 / 69
	1k / 2k Hz	91 / 85
	4k / 8k Hz	45 / 34

၃.၄ Air Handling Unit နှင့် Fire Mode

အဆောက်အဦး၏ M&E System များတွင် မောင်းနှင်လည်ပတ်(operate)ရန် အတွက် "Normal Mode" နှင့် "Fire Mode" ဟူ၍ ခွဲခြား သတ်မှတ်ထားသည်။ "Normal Mode" ဆိုသည်မှာ အဆောက်အဦး တစ်ခုသည် ပုံမှန်လုပ်ငန်းများ ထုံးစံအတိုင်း လည်ပတ်နေချိန်ကို ဆိုလိုသည်။ "Fire Mode" ဆိုသည်မှာ အဆောက်အဦးတစ်ခုသည် မီးလောင်ခြင်းခံနေရချိန် သို့မဟုတ် မီးလောင်ခံရရန် အန္တရာယ် ရှိနေချိန်ကို ဆိုလိုသည်။ အဆောက်အဦးတစ်ခု အတွင်းရှိ fire alarm panel တစ်ခုခုမှ(sub fire alarm panel ဖြစ်စေ ၊ main fire alarm panel ဖြစ်စေ) activated ဖြစ်ပါက "Fire Mode" သို့ ရောက်ရှိသည်ဟု သတ်မှတ်သည်။

Fire alarm panel တစ်ခုသည် အောက်ပါ အကြောင်းများကြောင့် activation ဖြစ်နိုင်သည်။

(က) Smoke detector သို့မဟုတ် heat detector တစ်ခုခု သည် activate ဖြစ်ပါက fire alarm panel activate ဖြစ်လိမ့်မည်။
(ခ) Sprinkler flow switch activate ဖြစ်ပါက fire alarm panel activate ဖြစ်လိမ့်မည်။ Sprinkler တစ်ခုခု သည် ပေါက်သွားသောကြောင့် ရေဆုံးရှုံးမှု(water loss)ဖြစ်ကာ sprinkler flow switch activate ဖြစ်သည်။
(ဂ) Manual call point ကြောင့်လည်း fire alarm panel activate ဖြစ်လိမ့်မည်။
(ဃ) FM200 discharge ဖြစ်ခြင်းကြောင့်လည်း fire alarm panel activate ဖြစ်လိမ့်မည်။
(င) Fire alarm panel activate ဖြစ်စေသော တစ်ခြားသော အကြောင်းတစ်ခုခုကြောင့်လည်း ဖြစ်နိုင်သည်။

အဆောက်အဦးတစ်ခုသည် "Normal Mode" မှ "Fire Mode" သို့ ရောက်ရှိသွားပါက ACMV System သည် အောက်ပါ လုပ်ငန်းများကို လုပ်ဆောင်ရန် လိုအပ်မည်။

(က) Air Handling Unit(AHU) များ အားလုံးကို ရပ်နား(shut down)ရန်
(ခ) မြေအောက်ကားရပ်နားရန်နေရာ(underground car park)ရှိ fan များအားလုံးသည် မြန်နှုန်းနိမ့်(low speed) မှ မြန်နှုန်းမြင့်(Hi speed)သို့ ပြောင်းမောင်းရမည်။
ကြမ်းခင်းဧရိယာသည် (၁၉၀၀) စတုရန်မီတာ(1,900 sq. m) ထက်ပိုသည့် မြေအောက်ကားရပ်နားရန်နေရာ (basement car park)များတွင် smoke purging system တပ်ဆင်ထားရန်လိုအပ်သည်။ Smoke purging system သည် အဆောက်အဦး၏ main fire alarm panel မှ activated ဖြစ်သည့် အခါ 6 Air Change per Hour(6 ACH) လေလည်ပတ်နှုန်းမှ 9 Air

Change per Hour(9 ACH)သို့ ပြောင်းမောင်းရန် လိုအပ်သည်။

(ဂ) Staircase Pressurization Fan များအားလုံးသည် pressurization mode ဖြင့်မောင်းနေရမည်။ ထို့အပြင် တခြားသော Code of Practice for Fire Precautions in Building များကိုလည်း လိုက်နာရန် လိုအပ်သည်။

၃.၅ Cooling Coil နှင့် Heating Coil များအကြောင်း

Cooling coil သည် Air Handling Unit ၏ အဓိက အစိတ်အပိုင်း တစ်ခုဖြစ်သည်။ Coil များ ၏ အဓိက လုပ်ဆောင်မှု(function)သည် အပူကူးပြောင်း(heat transfer)အောင် ဆောင်ရွက်ပေးခြင်း ဖြစ်သည်။ Coil များ ကို အပူဖလှယ်သည့်ကိရိယာများ(heat exchangers) ဟုလည်းခေါ်သည်။ Air Handling Unit ၏ cooling coil အလုပ်လုပ်ပုံသည် နားလည်ရန် လွယ်ကူသည်။ Air Handling Unit ၏ cooling coil အကြောင်း နားလည်လျှင် ကျန်အမျိုးအစားအားလုံးကို နားလည်နိုင်သည်။ Chilled-water cooling coil များသည် plate-fin-tube heat exchanger အမျိုးအစားများ ဖြစ်ကြသည်။ အကြီးစား အဆောက်အဦးများတွင် cooling နှင့် dehumidification လုပ်ရန်အတွက် အများဆုံးအသုံးပြုကြသည်။

Air Handling Unit တွင် cooling coil နှင့် heating coil ဟူ၍ နှစ်မျိုး ရှိသည်။

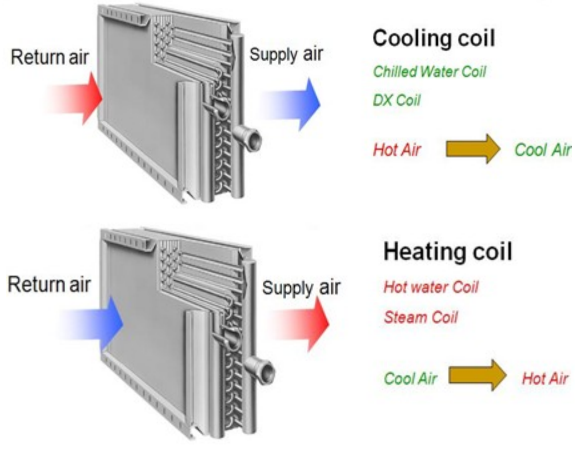
Air Handling Unit ၏ coil အမျိုးအစားများ	
Cooling Coil	**Heating Coil**
Chilled water cooling coil	Hot water heating coil
Direct expansion cooling coil (DX coil)	Steam heating coil

Chilled water cooling coil သည် အေးသည့်အရည်(cold fluid) [ဥပမာ-chilled water] နှင့် ပူသည့်လေ(hot fluid) [return air]တို့ နှစ်ခုအကြားတွင် အပူဖလှယ်မှု(heat exchange)ဖြစ်အောင် ဆောင်ရွက် ပေးသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ပူသည့်လေ(hot fluid)[ဥပမာ-return Air]မှ အပူ(heat)များသည် coil မှ တဆင့် အေးသည့်အရည်(cold fluid) [ဥပမာ-chilled water]ဆီသို့ စီးဆင်းသွားသည်။ အပူ(heat)သည် အပူချိန် (temperature)မြင့်သည့် နေရာမှ အပူချိန်(temperature)နိမ့်သည့် နေရာသို့ စီးဆင်းလေ့ရှိသည်။ လေထဲမှ အပူများ(sensible heat နှင့် latent heat)ကို AHU ၏ cooling coil မှ တဆင့် ဖယ်ထုတ်(remove)သည်။

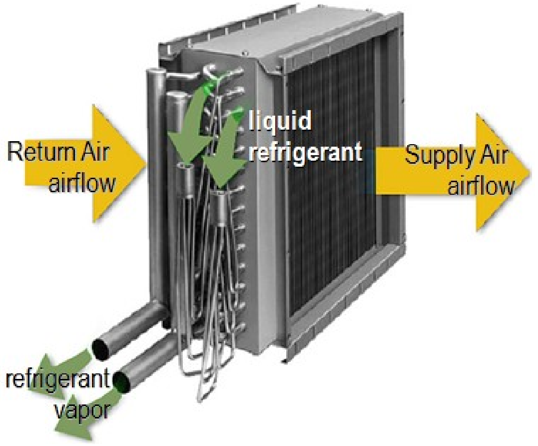
Coiling coil သည် Air Handling Unit တွင် မရှိမဖြစ်ပါရမည့် အစိတ်အပိုင်း(essential part) ဖြစ်သည်။ Heating coil သည် Air Handling Unit ၏ optional item ဖြစ်သည်။ အအေးပိုင်းဒေသများတွင်သာ heating coil ကို အသုံးပြုရန်လိုအပ်သည်။

Heating coil တွင်လည်း hot water coil နှင့် steam coil ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။ Hot water coil သည် အေးသည့် fluid(return air)နှင့် ပူသည့် fluid(hot water)တို့ အတွင်း အပူဖလှယ်ခြင်း(heat exchange) ဖြစ်အောင် ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ပူသည့် fluid(hot water)မှ အပူ(heat)များသည် coil မှ တဆင့် အေးသည့် fluid(return air)သို့ စီးဆင်းသွားသည်။

Cooling coil ၏ အဓိကတာဝန်သည် လေထဲမှ အပူများကို စုပ်ယူဖယ်ရှားပစ်ရန်(remove)ဖြစ်သည်။ လေထဲမှာ အပူများကို အေးနေသည့် chilled water သို့မဟုတ် refrigerant မှ စုပ်ယူသွားအောင် cooling coil က ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ Cooling coil တွင်လည်း chilled water cooling coil နှင့် direct expansion cooling coil (DX coil)ဟူ၍ နှစ်မျိုး ရှိသည်။ Chilled water ကို အသုံးပြု၍ လေထဲမှ အပူများကို စုပ်ယူလျှင် chilled water cooling coil ဟု ခေါ်ဆို၍ refrigerant ကို အသုံးပြု၍ လေထဲမှ အပူများကို စုပ်ယူလျှင် ထို cooling coil ကို DX (Direct expansion) cooling coil ဟုခေါ်သည်။



ပုံ ၃-၁၃ Cooling coil and heating coil



ပုံ ၃-၁၄ DX(Direct expansion) cooling coil

Chilled water cooling coil များသည် လေ(air) နှင့် ရေ(chilled water) နှစ်ခုအကြား အပူကူးပြောင်းခြင်း(heat transfer)ဖြစ်အောင် ဆောင်ရွက်ပေးသော "Heat Exchanger" တစ်မျိုးဖြစ်သည်။ DX (Direct expansion) cooling coil များသည် လေ(air) နှင့် refrigerant နှစ်ခုအကြား အပူကူးပြောင်းခြင်း(heat transfer)ဖြစ်အောင် ဆောင်ရွက်ပေးသော "Heat Exchanger" တစ်မျိုးဖြစ်သည်။ Plante heat exchanger၊ shell and tube heat exchanger နှင့် fin and tube heat exchanger ဟူ၍ သုံးမျိုးရှိသည့်အနက်မှ cooling coil များသည် fin and tube heat exchanger အမျိုး အစားများ ဖြစ်ကြသည်။

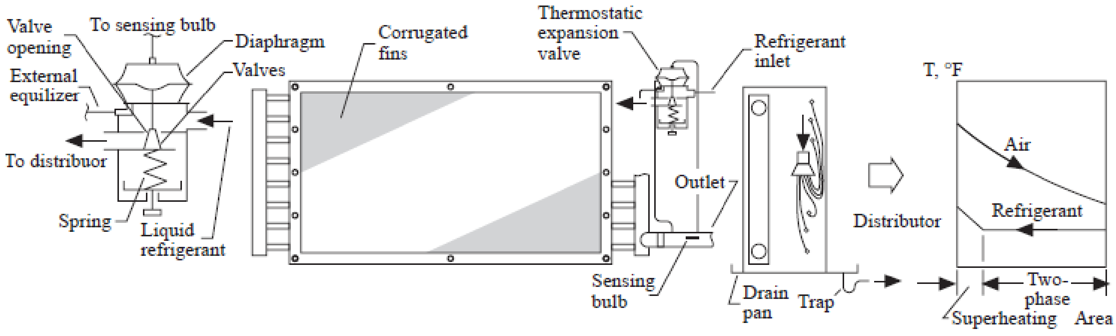
Cooling coil ၏ အလုပ်လုပ်ပုံကို psychrometrics chart ပေါ်တွင် cooling နှင့် dehumidification process လိုင်းများနှင့်တကွ နားလည်သဘောပေါက်ရန် လိုအပ်သည်။

Fin ငယ်ကလေးများဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော coil များတွင် အချို့သောလေများသည် cooling coil ၏ fin များ သို့မဟုတ် tube များကို မထိပဲ ဖြတ်သွားသည်။ ထိုသို့ fin များ သို့မဟုတ် tube များကို မထိပဲ ဖြတ်သွားသည့်လေကို "Bypass Air" ဟုခေါ်သည်။ Bypass ဖြစ်သည့် လေပမာဏကို Bypass Factor(BF)ဟုခေါ်သည်။ Four-row coil တွင် လေသည် 3.5 m/s နှုန်းဖြင့် ဖြတ်သွားလျှင် ဝင်လာသည့်လေ၏ ၃၀% သည် fin များ သို့မဟုတ် tube များကို မထိပဲ ဖြတ်သွားသည်။ 30% bypass ဖြစ်သည်ဟု ပြောဆိုကြသည်။ Bypass factor(BF)သည် 0.3 ဖြစ်သည်။ Eight-row coil တွင် လေသည် 1.5m/s ဖြတ်သွားလျှင် 2% သာ bypass ဖြစ်သည်။

၃.၅.၁ Direct expansion coil(DX Coil)

Coil အတွင်းသို့ဝင်လာသည့် refrigerant သည် အရည်(liquid) ဖြစ်သည်။ Coil အတွင်းရှိ refrigerant အရည်သည် လေမှ အပူများကိုစုပ်ယူကာ အငွေ့(vapor)အဖြစ်သို့ phase ပြောင်းလဲသွားသည်။ Refrigerant အပူချိန်ပြောင်းလဲခြင်းမရှိပေ။ Super heat အပူချိန်မှ ကျဆင်းလာသည့် အပူချိန် အနည်းငယ်သာ ပြောင်းလဲသောကြောင့် refrigerant တွင် latent heat of vaporization သာဖြစ်ပေါ်သည်။ အဝင်ပိုက်သည် capillary tube ကလေးများဖြစ်သည်။ အထွက်ပိုက်သည် အရွယ်အစား(diameter)ကြီးသည့် ပိုက်တစ်ချောင်းသာဖြစ်သည်။

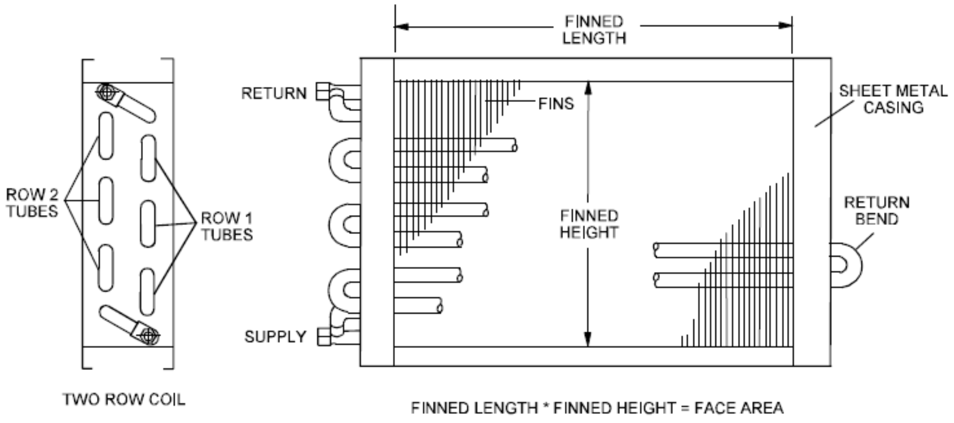
ပုံ(၃-၁၄) capillary tube များပါရှိသောကြောင့် အထက်ပါပုံသည် direct expansion cooling coil တစ်ခု၏ ပုံဖြစ်ကြောင်း သိနိုင်သည်။



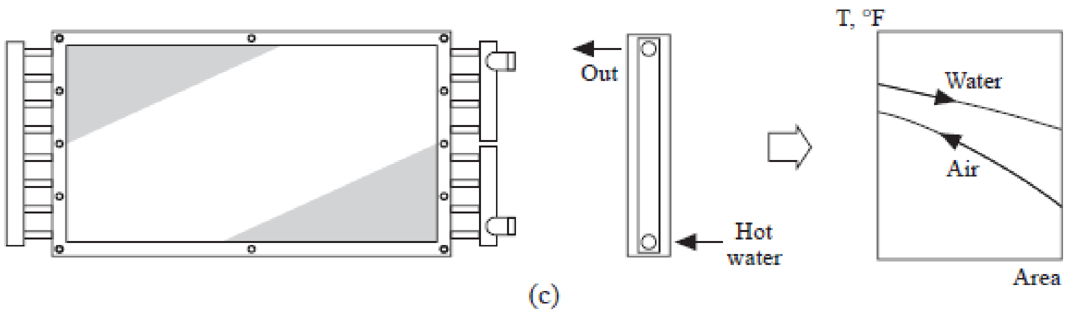
ပုံ ၃-၁၅ DX(Direct expansion) cooling coil

၃.၅.၂ Chilled Water Cooling Coil

Coil အတွင်း၌ အေးသည့် chilled water များဖြင့် ပြည့်နေသောကြောင့် coil တစ်ခုလုံးသည် အေးနေသည်။ ထိုနောက် coil အတွင်းသို့ဝင်လာသည့် လေများသည် အေးသည့် coil ၏ fin များနှင့် ထိကာ လေမှ အပူများသည် coil မှ တဆင့် chilled water ဆီသို့ စီးဆင်းသွားသည်။ ထိုကဲ့သို့ အပူ ကူးပြောင်းခြင်းကြောင့် လေ၏အပူချိန် နိမ့်ဆင်းလာပြီး chiller water ၏ အပူချိန် မြင့်တက်လာသည်။ Chiller water အဝင်ပိုက်(inlet pipe)သည် coil ၏ နိမ့်သည့်ဘက်၌ ရှိရမည်။ Chiller water အထွက်ပိုက် (outlet pipe)သည် coil ၏ မြင့်သည်ဘက်၌ ရှိရမည် ဖြစ်သည်။ Chilled water coil အတွက် ဖိအား ကန့်သတ်ချက်(pressure range)သည် (၁၇၅) မှ (၃၀၀) psig အတွင်းဖြစ်သည်။



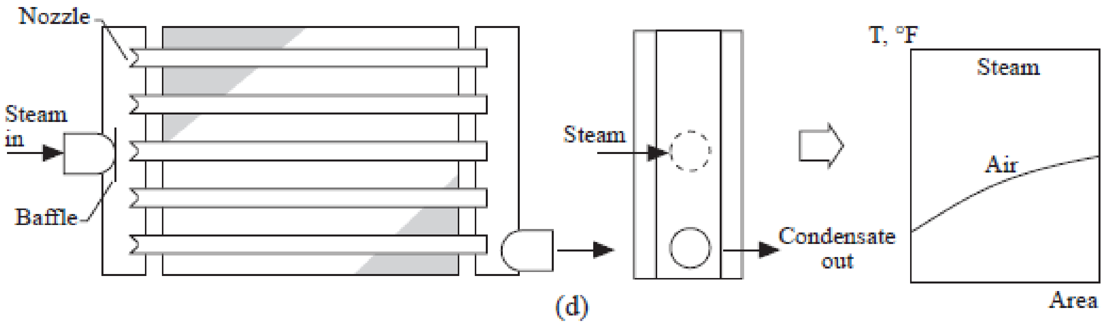
ပုံ ၃-၁၆ Two Row Coil



ပုံ ၃-၁၈ Hot Water Coil

၃.၅.၃ Hot Water Heating Coil

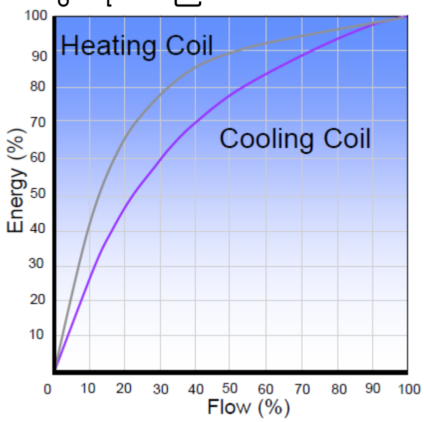
Coil အတွင်းသို့ အလွန်ပူသည့် hot water ဝင်လာသည်။ ထို့နောက် hot water သည် လေထဲသို့ အပူများကို စွန့်ထုတ်ကာ ထွက်သွားသည်။ Hot water တွင် အပူဆုံးရှုံးခြင်း(heat loss)ဖြစ်ပေါ်ပြီး လေတွင် အပူစုပ်ယူခြင်း(heat gain) ဖြစ်ပေါ်သည်။ Hot water အဝင်ပိုက်သည် နိမ့်သည့်ပိုက်ဖြစ်ပြီး အထွက်ပိုက်သည် အမြင့်ပိုက်ဖြစ်သည်။

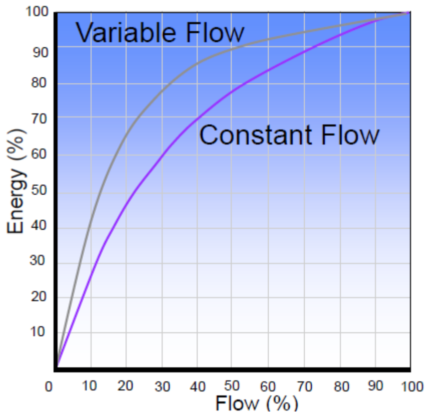


ပုံ ၃-၁၉ Steam Heating Coil

၃.၅.၄ Steam Heating Coil

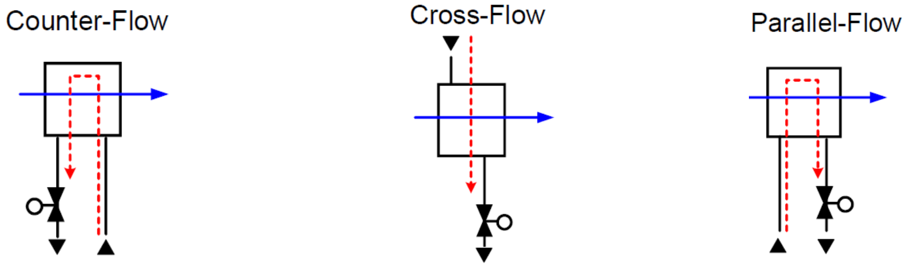
Coil အတွင်းသို့ အပူချိန်အလွန်မြင့်သည့် ရေနွေးငွေ့(steam)ဝင်လာသည်။ ထို့နောက် အေးသည့် လေများမှ အပူများကို စုပ်ယူသွားသောကြောင့် ရေနွေးငွေ့(steam)တွင် condesatioin ဖြစ်ပေါ်ကာ condensate water အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲကာ ရေအဖြစ်ထွက်သွားသည်။ အဝင်ပိုက်သည် steam (vapor form)အတွက် ဖြစ်ကာ အထွက်ပိုက်သည် condensate water အတွက်ဖြစ်သည်။





ပုံ ၃-၂၀ Heating Coil and Cooling Coil ပုံ ၃-၂၁ Variable Flow and Constant Flow

ပုံ(၃-၂၀)တွင် heating coil နှင့် cooling coil ၏ heat exchanger eharacteristics များ ကိုဖော်ပြထားသည်။ ပုံ(၃-၂၁)တွင် variable flow နှင့် constant flow တို့၏ heat exchanger characteristics များ ကိုဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၃-၂၂ Counter-Flow ၊ Cross-Flow နှင့် Paraller-Flow

Hot media နှင့် cold media တို့ကိုလိုက်၍ flow arrangent သို့မဟုတ် circuit ပုံစံကွဲပြားပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Heat exchanger များသည် တည်ဆောက်ထားပုံကို လိုက်၍ Counter-flow ၊ cross-flow နှင့် parallel-flow ဟူ၍ အမျိုးအစားများ ကွဲပြားကြသည်။ Flow ပုံစံ ကွဲပြားသောကြောင့် ရရှိနိုင်သည့် efficiency များလည်းကွဲပြားသည်။ ရရှိနိုင်သည် အမြင့်ဆုံး အပူချိန် နှင့် အနိမ့်ဆုံး အပူချိန် မတူညီကြပေ။

၃.၆ Coil အရွယ်အစား (Size)

Coil ၏ အရွယ်အစားသည် လေစီးနှုန်း(air flow or air volume) နှင့် face velocity ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Cooling load အပေါ်တွင် မူမတည်။ Cooling load သည် coil တွင်ပါရှိသည့် row အရေအတွက် နှင့် fin ကလေးများ အစိတ်အကျဲ FPI(fin per inch)ပေါ်တွင် မူတည်သည်။

လေစီးနှုန်း(air flow rate)များလျှင် coil ၏ မျက်နှာပြင် ဧရိယာ(face area)လည်းကြီးလာသည်။ ထို့ကြောင့် အရွယ်အစားသည်လည်း ကြီးလာသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် face velocity သည် 2.5m/s (500 FPM)ထက်ပို မမြန်အောင် ကန့်သတ်ထားသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ Cooling coil ရှိ fin ကလေးများ အကြား ဖြတ်သွားသည့် လေအလျင်(velocity)ကို face velocity ဟုခေါ်သည်။

Cooling coil များအားလုံး၏ face velocity သည် 2.5m/s (500 FPM)ထက် ပိုမများအောင် ကန့်သတ်ထားသည်။ 2.5m/s (500FPM) ထက်ပိုများပါက water carried over ဖြစ်နိုင်သည်။

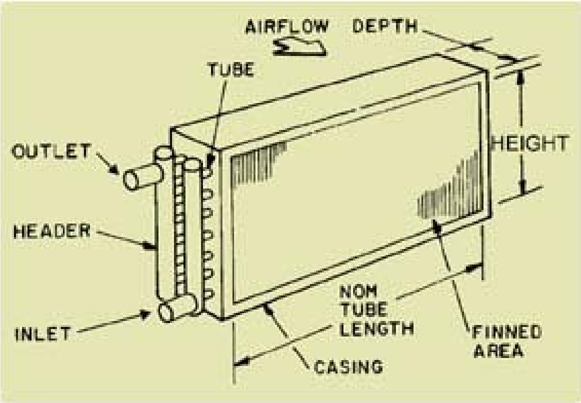


Figure 1 : Chilled water coil construction

ပုံ ၃-၂၃ Chilled water cooling coil

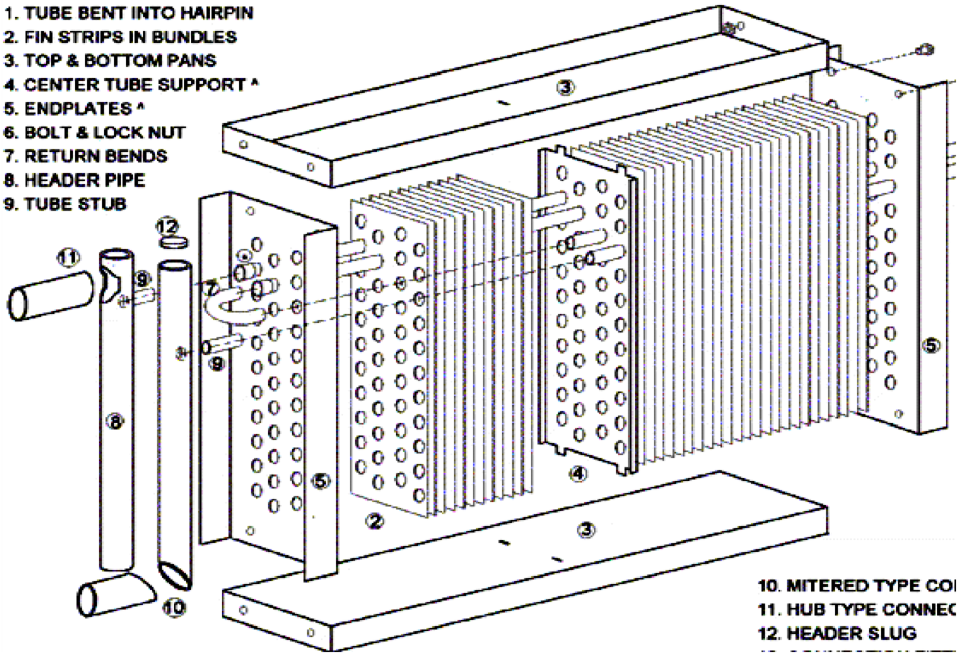
Cooling coil ရှိ fin ကလေးများသည် အလွန် အေးသောကြောင့်(ဝင်လာသည့်လေ၏ Dew point temperature ထက်နိမ့်အောင် အေးသောကြောင့်) လေများမှ သယ်ဆောင် လာသော ရေငွေ့(water vapor)များသည် condensation ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထို condensate water များသည် face velocity ၏ တွန်းအားကြောင့် cooling coil ၏ အောက်ရှိ drain pan ပေါ်သို့မကျပဲ drain pan ၏ အပြင်ဘက်သို့ ကျော်ကျခြင်း ဖြစ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ condensate ရေများ drain pan အပြင်သို့ လွင့်စင်ကျခြင်းကို "**Carried Over**" ဟုခေါ်သည်။

Air flow rate (CMH) ကို တည်၍ face velocity 2.5 m/s နှင့် စားလျှင် coil ဧရိယာ(m^2)ကိုရသည်။ Coil ၏ အရှည်(length) နှင့် coil ၏ အမြင့်(height)ကို ဆက်တွက်ရန် လိုအပ်သည်။ လေးထောင့် ပုံသဏ္ဍာန်(rectangular) cooling coil နှင့် စတုရန်းပုံသဏ္ဍာန်(square) coil နှစ်မျိုးရှိသည့် အနက် စတုရန်း ပုံသဏ္ဍာန်(square) coil သည် လေးထောင့်ပုံသဏ္ဍာန်(rectangular) coil ထက် ပိုဈေးကြီးသည်။

အကုန်အကျ များသည်။ Squre ပုံသဏ္ဍာန် coil ပြုလုပ်ရန်အတွက် တိုသော copper tube များစွာလိုအပ်သည်။ ထို့ကြောင့် တိုသော tube များစွာကို "Welding" သို့မဟုတ် "Brazing" လုပ်ရန် လိုအပ်သည်။ Rectangular ပုံသဏ္ဍာန် coil ဖြစ်ရန်အတွက် ရှည်သော copper tube အနည်းငယ်သာ လိုအပ်သည်။"Welding" သို့မဟုတ် "Brazing" အနည်းငယ်ကိုသာ လုပ်ရန် "Welding" သို့မဟုတ် "Brazing" လုပ်ရန် လိုသည်။ ထို့ကြောင့် လေးထောင့် ပုံသဏ္ဍာန်(rectangular) cooling coil အကုန်အကျ ပိုများသည်။

Cooling coil ပြုလုပ်ရန် အသုံးများသော Length to height ratio သည် 2:1 ဖြစ်သည်။ အရှည် နှင့် အမြင့် အချိုးသည် နှစ်ဆ၊ တစ်ဆဖြစ်သည်။

Coil ၏ အရှည်သည်(၄)ပေဖြစ်လျှင် coil ၏ အမြင့်ကို(၂)ပေထက် ပိုမနိမ့်သင့်ပေ။ မြင့်လွန်းသည့် cooling coil များကိုလည်း မပြုလုပ်သင့်ပါ။ Coil ၏ အမြင့်(height)သည် အလွန်မြင့်လွန်းလျှင် condensate water သည် အမြင့်မှ ကျဆင်းလာချိန်တွင် လေ၏တွန်းခြင်း(high velocity)ကြောင့် drain pan အတွင်းသို့ မကျဘဲ အပြင်သို့ ကျနိုင်သောကြောင့်ဖြစ်သည်။ နေရာ အခက်အခဲကြောင့် coil ၏ အမြင့်(height)များလွန်းပါက coil ငယ် နှစ်ခု အဖြစ် ခွဲပြီးထပ်ထားခြင်းဖြင့် ဖြေရှင်းနိုင်သည်။ Coil နှစ်ခုလုံး၏ အောက်တွင် drain pan တပ်ဆင်ထားရမည်။



ပုံ ၃-၂၄ Cooling Coil တစ်ခုတွင် ပါဝင်သည့် အစိတ်အပိုင်းများ

$$Coil\ Face\ Area = Finned\ Height\ x\ Finned\ Length$$

$$Coil\ Face\ Velocity(FPM) = \frac{Coil\ Airflow\ (CFM)}{Coil\ Face\ Area(ft^2)}$$

Chilled water cooling coil တစ်ခုတွင် ပါဝင်သည့် အစိတ်အပိုင်းများကို အောက်ပုံ(၃-၂၄)တွင် ဖော်ပြထားသည်။ လေ(supply air)သည် coil ၏ ဘယ်ဘက်မှ ဝင်၍ fin ကလေးများ အကြားမှ ဖြတ်သွားသည်။ Chilled water သည် ထိုဝင်လေ၏ ဆန့်ကျင်ဘက်မှ coil ထဲသို့ ဝင်ပြီး ဖြတ်စီးသွားပြီး ဝင်လာသည့် လေကို အေးစေပြီး ရေငွေ့ဖယ်ထုတ်ခြင်း(dehumidification)ဖြစ်စေသည်။ "Cross counterflow arrangement"ဟု ခေါ်သည်။

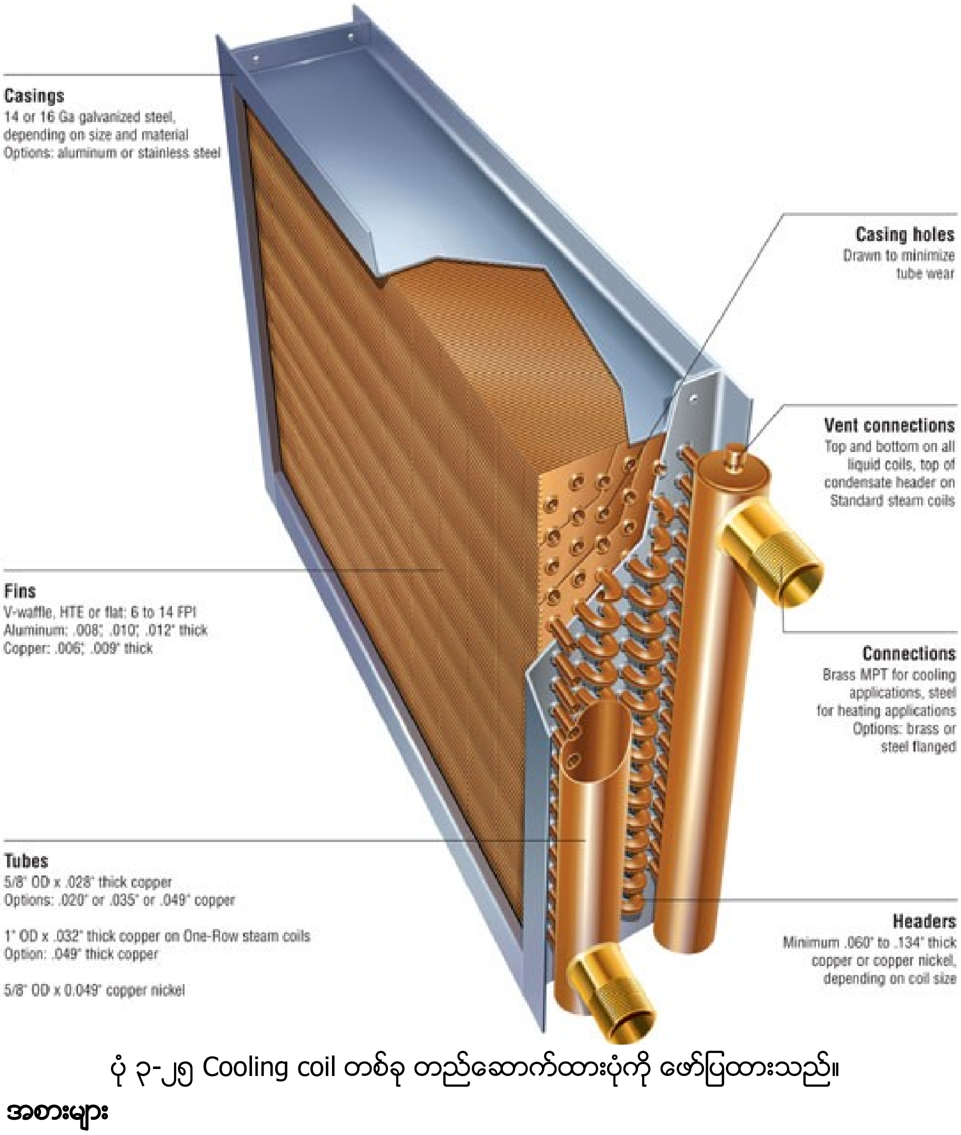
၃.၇ AHU Cooling Coil တည်ဆောက်ပုံ

AHU cooling coilကို ပုံ(၃-၂၄)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း ပိုက်ကလေးများ(tubes)နှင့် fin များဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။ ပိုက်ကလေးများ(tubes) နှင့် fin တို့ကို အပူလျှောက်ကူးမှုကောင်းသော သတ္တုတို့ဖြင့် ပြုလုပ်လေ့ရှိသည်။ Coil ၏ ပိုက်ကလေးများ(tubes)ကို ကြေးနီသတ္တု(copper material)ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ Fin ကို အလျူမီနီယံသတ္တု(aluminum material)ဖြင့် ပြုလုပ်လေ့ရှိသည်။ ကြေးနီသတ္တု(copper material) ၏ ဓာတုဗေဒ သင်္ကေတသည် "Cu" ဖြစ်သည်။ အလျူမီနီယံသတ္တု(aluminum material)၏

ဓာတုဗေဒ သင်္ကေတသည် “Alu” ဖြစ်သည်။ Chilled water cooling coil ၏ header သည် ပိုက်အကြီး တစ်ချောင်းသာ ဖြစ်သည်။

၃.၇.၁ Coil ၏ Row နှင့် Fin များ

Coil ၏ ဘေးဘက်ကို ပေါ်မှကြည့်လျှင်မြင်ရသည့် copper pipe တန်းများ၏ အရေအတွက်ကို “Row” ဟုသတ်မှတ်သည်။ Fins Per Inch(FPI)သည် တစ်လက်မအတွင်းရှိသည့် fin ကလေးများ၏ အရေအတွက် ဖြစ်သည်။ AHU model တူသော်လည်း coil ၏ row နှင့် fin အရေအတွက်များ လျှင် cooling capacity ပိုများသည်။ သို့သော် coil ၏ row နှင့် fin အရေအတွက်များလျှင် လေခုခံမှုအား(air resistance) များသောကြောင့် blower မော်တာ အားကောင်းရန် လိုသည်။ Row နှင့် FPI (Fins per Inch)တို့ကို မည်ကဲ့သို့ သတ်မှတ်သည်ကို အောက်ပါ ပုံများတွင် လေ့လာနိုင် ပါသည်။ Fin များနှင့် ချိတ်ဆက်ထားသော tube bank တစ်ခုလုံးကို coil ဟုခေါ်ဆိုသည်။ ထို tube bank ကို circuit ငယ်ကလေးများနှင့် ခွဲထားသည်။



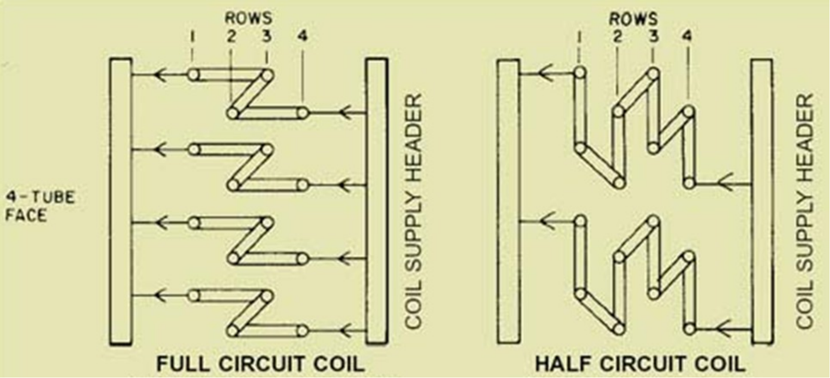
ပုံ ၃-၂၅ Cooling coil တစ်ခု တည်ဆောက်ထားပုံကို ဖော်ပြထားသည်။

Fin အမျိုး အစားများ

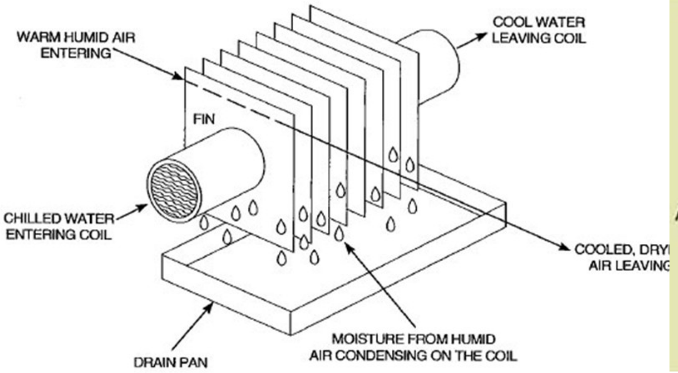
Cooling coil ၏ pipe header ကို ကြည့်ခြင်းဖြင့် chilled water cooling coil သို့မဟုတ် direct expansion cooling coil(DX coil)ဖြစ်ကြောင်း ခွဲခြားနိုင်သည်။ Chilled water cooling coil ၏ header သည်

ပိုက်အကြီး တစ်ချောင်းသာဖြစ်သည်။ Direct expansion cooling coil(DX coil)တွင် refrigerant သည် expension ဖြစ်ရန် လိုအပ်သောကြောင့် tube ကလေးပေါင်းများစွာဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။ ထို tube ကလေးများကို "Capillary Tube" ဟုခေါ်သည်။

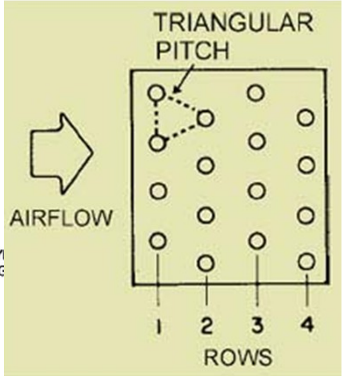
မျက်နှာပြင်ဧရိယာ(face area)တူသည့် cooling coil နှစ်ခုတွင် row အရေအတွက် တူလျှင် FPI များသည့် cooling coil သည် ပို၍ capacity များသည်။ မျက်နှာပြင်ဧရိယာ(face area)တူသည့် cooling coil နှစ်ခုတွင် FPI အရေအတွက် တူလျှင် row အရေအတွက် များသည့် cooling coil သည် ပို၍ capacity များသည်။



ပုံ ၃-၂၈ Full circuit coil Half circuit coil

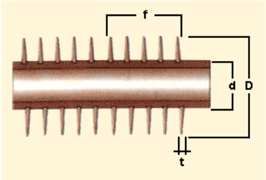


ပုံ ၃-၂၆ Chilled water cooling coil operation



ပုံ ၃-၂၇ ၄ rows coil

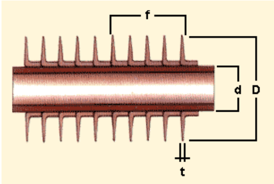
Fin width များလေလေ၊ tube အရေအတွက် များလေလေဖြစ်ပြီး(row အရေအတွက် များလေလေဖြစ်ပြီး) flow passage အခေါက်ရေလည်း များသည်။ Serpentines အရေအတွက် များလေလေ၊ water circuit ၏ total cross-sectional area များလေလေဖြစ်ပြီး water volume flow rate လည်းများသည်။



Hellically wound fin(*Embeded Fin)*

d = Diameter of Tube

ပုံ ၃-၂၉



L-footed fin*(Wrapped-On Fin)*

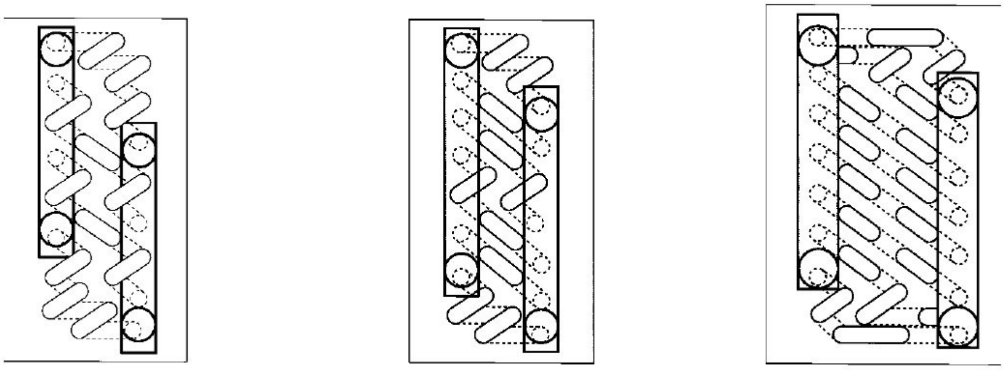
D = O.D. of Finned Tube

ပုံ ၃-၃၀

f = Fins Per Inch

t = Fin Thickness

ပုံ ၃-၃၁

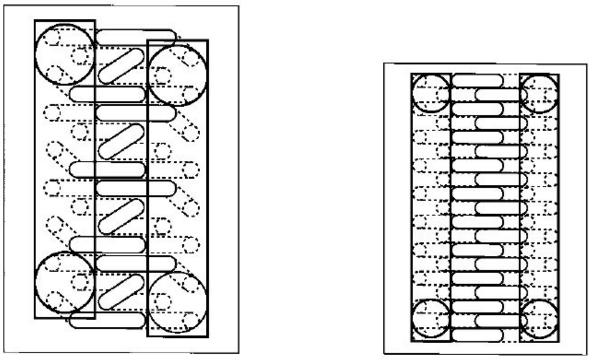


$^1/_2$ serpentine
4 water circuits
8 passes
4 rows

$^3/_4$ serpentine
6 water circuits
4 and 6 passes
4 rows

1 serpentine
8 water circuits
6 passes
6 rows

ပုံ ၃-၃၂ Cooling coil ၏ အချက်အလက်များ(serpenitine ၊ circuit ၊ pass ၊ row)ကို ဖော်ပြထားသည်။



$1^1/_2$ serpentine
12 water circuits
4 passes
6 rows

2 serpentine
19 water circuits
4 passes
8 rows

FIGURE 15.28 Water circuits for water cooling coils. *(Adapted from catalog of McQuay HVAC. Reprinted with permission of Snyder-General Corp.)*

ပုံ ၃-၃၃ Cooling coil ၏ အချက်အလက်များ(serpenitine၊ circuit ၊ pass ၊ row)ကို ဖော်ပြထားသည်။

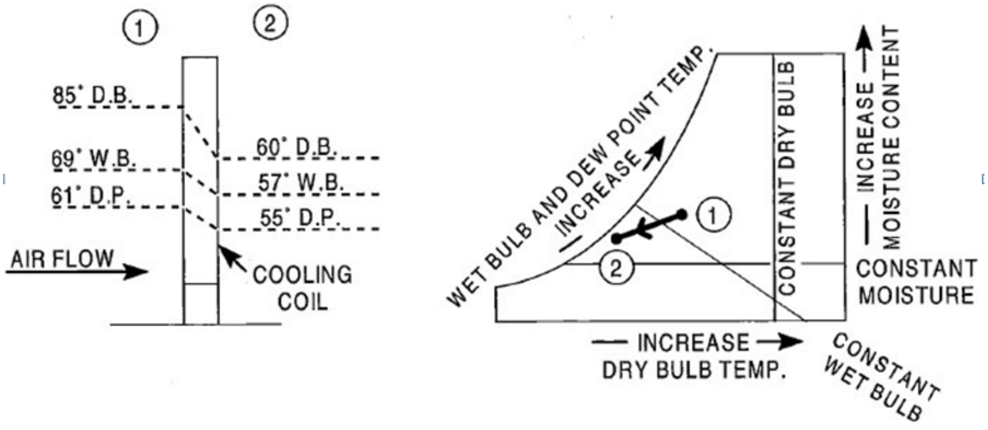
၃.၈ Dry Coil နှင့် Wet Coil

Cooling coil တစ်ခုသည် sensible cooling process ကို သာလုပ်ဆောင်နေလျှင် သို့မဟုတ် လုပ်ဆောင် နေသည့်အခါကို "Dry Coil" ဟုခေါ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ရေငွေ့ဖယ်ထုတ်ခြင်း (dehumiditation) ဖြစ်မနေပါ။ Condensation လည်း မဖြစ်ပေါ်ပေ။ ထို coil ၏ မျက်နှာပြင်(surface) အပူချိန်သည် ဝင်လာသည့် လေ၏ Dew point အပူချိန်(temperature)ထက် မြင့်နေသည့်အခါမျိုး ဖြစ်သည်။ ထိုအခြေအနေ(condition)တွင် condensation မဖြစ်နိုင်ပါ။ ထို sensible cooling process ကို psychrometric chart ပေါ်တွင် ရေပြင်ညီလိုင်း (horizontal line)ဖြင့် ဖော်ပြသည်။

Cooling coil တစ်ခု၏ မျက်နှာပြင်အပူချိန်(surface temperature)သည် ဝင်လာသည့်လေ၏ dew point အပူချိန်(temperature)ထက်နိမ့်သည့်အခါ၌သာ ထို coil ပေါ်တွင် condensation ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ထို coil တွင် ရေငွေ့ဖယ်ထုတ်ခြင်း(dehumitification) ဖြစ်ပေါ်သည်။

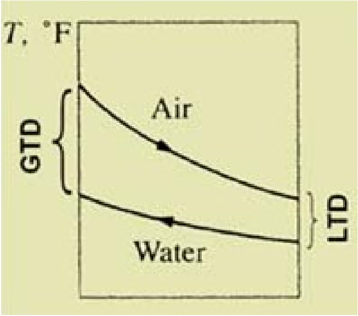
အခန်း(serving area)မှ cooling load အနည်းငယ်သာ လိုအပ်သောကြောင့် chilled water အနည်းငယ်သာ coil အတွင်းသို့ စီးဝင်သည့် part-load operation သို့မဟုတ် part-load condition အခိုက် cooling coil သည် "Dry Coil" အဖြစ် ဆောင်ရွက်(perform)လုပ်နေသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ထို coil တွင် ရေငွေ့ ဖယ်ထုတ်ခြင်း(dehumitification) မဖြစ်ပေါ်ပေ။

Cooling coil တစ်ခုသည် sensible cooling နှင့် dehumitification process ကိုလုပ်ဆောင်နေလျှင် သို့မဟုတ် လုပ်ဆောင်နေသည့်အခါကို "Wet Coil" ဟုခေါ်သည်။ ထို coil ၏ မျက်နှာပြင်အပူချိန်သည်(outer surface temperature of the coil)သည် ဝင်ရောက်လာသည့် လေ၏ Dew point ထက်နိမ့်နေသည့် အခါမျိုး ဖြစ်သည်။ ထိုအခြေအနေ(condition)တွင် လေသည် သယ်ဆောင်ထားသည့် ရေငွေ့များကို ဆက်လက်သယ် ဆောင်နိုင်စွမ်း မရှိတော့သောကြောင့် condensation process ဖြစ်ပေါ် လာသည်။ ထိုအခါ cooling coil သည် condensate water တို့ဖြင့် စိုစွတ်နေသောကြောင့် "Wet Coil" ဟုခေါ်ခြင်းဖြစ်သည်။

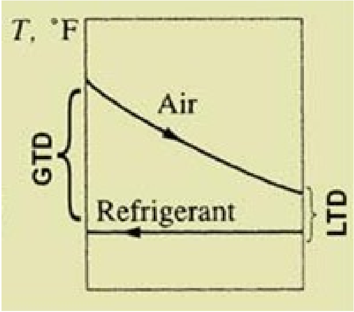


ပုံ ၃-၃၄ Cooling and dehumidifying process of coil

အထက်ပါပုံသည် chilled water cooling coil တစ်ခု ၏ temperature gradient ကိုဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၃-၃၅ Chilled water cooling coil



ပုံ ၃-၃၆ Direct expansion cooling coil(DX coil)

Chilled water cooling coil ၌ chilled water တွင် sensible heat gain ဖြစ်သောကြောင့် အထွက်(leaving temperature) အပူချိန်သည် အဝင်အချိန်(entering temperature)ထက်ပိုမြင့်သည်။ Direct expansion cooling coil (DX coil)၌ refrigerant တွင် latent heat gain ဖြစ်ပေါ်သောကြောင့် အဝင်နှင့်အထွက် အပူချိန် ပြောင်းလဲမှုမရှိပေ။ Refrigerant အရည် အဖြစ်မှ refrigerant အငွေ့(vapour) အဖြစ်သို့သာ ပြောင်းလဲ သွားသည်။

၃.၉ AHU Cooling Coil Specification

Cooling coil သည် air distribution system(air side) နှင့် chilled water system(water side)နှစ်ခု အကြားတွင်ရှိသော equipment ဖြစ်သည်။ Airside load နှင့် chilled water side နှစ်ခုအကြားတွင် အပူ

ကူးပြောင်း(heat transfer)အောင် ပြုလုပ်ပေးနေခြင်း ဖြစ်သည်။ AHU cooling coil ၏ specification များ အကြောင်းကို စေ့စပ်စွာ နားမလည်လျှင် Air con အင်ဂျင်နီယာတစ်ယောက်အဖြစ် မရပ်တည်နိုင်ပါ။ Coil ဒီဇိုင်းနာ တယောက်ကဲ့သို့လည်းကောင်း၊ ထုတ်လုပ်သူ (manufacturer) တစ်ယောက်ကဲ့သို့လည်းကောင်း နားမလည်နိုင်ခဲ့သော် အသုံးပြုသူ(user) တစ်ယောက်ကဲ့သို့ နားလည်ရန် လိုအပ်သည်။

အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည် cooling coil specification သည် "York" မှ ထုတ်လုပ်သည့် AHU တစ်လုံး၏ technical report တွင်ဖော်ပြထားသော cooling coil အပိုင်းမှ အချက်အလက်များ ဖြစ်သည်။

COOLING COIL SPECIFICATION (1)		
ALTITUDE	ft	
COIL TYPE		BDW
TUBE / FIN MATERIAL		Cu / Alu
TUBE HEIGHT / FIN LENGTH		38 / 87
ROWS / FPI / CIRCUIT		6 / 8 / D
COIL AREA	ft^2 (m^2)	28.63 (2.66)
AIR ON DB / WB	°F (°C)	75 (23.89) / 64.4 (18.00)
AIR OFF DB / WB	°F (°C)	55.21 (12.89) / 54.01 (12.23)
FACE VELOCITY	FPM (m/s)	474 (2.41)
AIR PRESSURE DROP	in. Wg (Pa)	0.38 (95)
SUCTION TEMP. FOR BDX	°F (°C)	-
WATER ON / OFF TEMP.	°F (°C)	44 (6.67) / 56.05 (13.36)
WATER FLOW RATE	GPM (m^3/h)	69.7 (15.83)
WATER PRESSURE DROP	ft. Wg (kPa)	15.4 (46.20)
SENSIBLE CAPACITY	Btu / hr (kW)	295,650 (86.6)
TOTAL CAPACITY	Btu / hr (kW)	419,900 (123.1)
COIL SHF		0.7

Altitude (ft)

ပင်လယ်ရေပြင်(sea level)မှ ပေ(feet)မည်မျှမြင့်သည့် နေရာတွင် တပ်ဆင်အသုံးပြုရန် ရွေးချယ်(select) ထားသည် သို့မဟုတ် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားသည်ကို ဖော်ပြခြင်းဖြစ်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် လေသည် အမြင့်ကို လိုက်၍ သိပ်သည်းမှု(air density) ပြောင်းလဲနေသောကြောင့် ဖြစ်သည်။

> ပင်လယ်ရေပြင် မှ ပိုမြင့်လေလေ၊ လေသိပ်သည်းဆ(air density) ပိုနည်းလေလေဖြစ်သည်။(AHU ၏ Volume flow rate မပြောင်းလဲသောကြောင့်) လေသိပ်သည်းဆ(air density) နည်းလေလေ mass flow နည်းလေလေ ဖြစ်ပြီး AHU ၏ cooling capacity လည်း လိုက်နည်းသွားသည်။

ပင်လယ်ရေပြင်မှ အမြင့်ပေ(၁၀၀) အတွင်း၌ AHU စွမ်းဆောင်ရည်(performance) များစွာ ကွာခြားမှု မရှိပေ။ အမြင့်(altitude) ဖော်ပြထားခြင်းမရှိလျှင် ပင်လယ်ရေပြင်(sea level)အတွက်ဖြစ်သည် ဟုဆိုလိုသည်။

Coil Type (BDW)

Coil အမျိုးအစားကို ဖော်ပြထားသည်။ Coil ထုတ်လုပ်သူ(manufacturer)များ တစ်ယောက်နှင့် တစ်ယောက်၏ coil အမျိုးအစား သတ်မှတ်ပုံမတူညီကြပေ။

Tube / Fin Material (Cu/ Al)

Coil ၏ tube များကို ကြေးနီ သတ္တု(copper)ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသည်။ Fin များကို အလူမီနီယံ သတ္တု (aluminum)ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ ကြေးနီသတ္တု(copper)၏ ဓာတုဗေဒ သင်္ကေတသည် "Cu" ဖြစ်သည်။ အလူမီနီယံသတ္တု(aluminum)၏ ဓာတုဗေဒ သင်္ကေတသည် "Alu" ဖြစ်သည်။

Tube Height / Fin Length (38/87)

Tube ၏ အမြင့်(height) နှင့် fin ၏ အရှည်(length)ကို လက်မဖြင့် ဖော်ပြထားခြင်း ဖြစ်သည်။

Rows / FPI / Circuit (6/8/C)

Coil ၏ ဘေးဘက်ကို အပေါ်မှကြည့်လျှင် မြင်ရသည့် ဒေါင်လိုက်(Vertical) ကြေးပိုက်(copper pipe) တန်းများ၏ အရေအတွက်ကို row ဟုသတ်မှတ်သည်။ Fins Per Inch(FPI)သည် တစ်လက်မအတွင်းရှိ fin ကလေးများ၏ အရေအတွက် ဖြစ်သည်။ AHU model တူသော်လည်း coil ၏ row နှင့် fin များလျှင် cooling capacity များသည်။ သို့သော် coil ၏ row နှင့် fin အရေအတွက်များလျှင် လေခုခံမှုအား(air resistance) များသောကြောင့် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)ပိုများသည်။ ထို့ကြောင့် blower မော်တာအား ကောင်းရန် လိုသည်။

Coil Area

လေများဖြတ်သန်းသွားနိုင်သည့် နေရာ၏ ဧရိယာကိုဖော်ပြထားသည်။ Cooling သို့မဟုတ် heating လုပ်ပေးနိုင်သော နေရာ၏ ဧရိယာလည်းဖြစ်သည်။ Coil ဧရိယာသည် AHU model နှင့်ဆိုင်သည်။ AHU model ကြီးလျှင် coil လည်းများသည်။ Coil ဧရိယာကို စတုရန်းပေ နှင့် စတုရန်းမီတာ နှစ်မျိုးလုံးဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။

Air On DB/ WB

Air on ဆိုသည်မှာ cooling coil အတွင်းသို့မဝင်ရောက်မီ လေ၏ အပူချိန်ကိုဆိုလိုသည်။ ဝင်လေ၏ အပူချိန်ဖြစ်သည်။ "On Coil Temperature" ဟုလည်းခေါ်သည်။ "On Coil Temperature" သည် cooling coil နှင့်ပတ်သက်သည့် ဝေါဟာရတစ်ခုဖြစ်ပြီး "Air temperature just before the coil" ဟုလည်းပြောလေ့ရှိသည်။ လေ၏ဂုဏ်သတ္တိများ(air properties)များအားလုံးကို တွက်ယူနိုင်ရန် အတွက် Dry Bulb အပူချိန် နှင့် Wet Bulb အပူချိန် တို့ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ °C ဖြင့်သာမက °F ဖြင့်လည်း ဖော်ပြထားသည်။

Air Off DB/ WB

Air Off ဆိုသည်မှာ cooling coil အတွင်းမှ ထွက်ပြီးပြီးခြင်း လေ၏ အပူချိန်ကို ဆိုလိုသည်။ ထွက်လေ၏ အပူချိန်ဖြစ်သည်။ "Off Coil Temperature" ဟုလည်းခေါ်သည်။ "Off Coil Temperature" သည် cooling coil နှင့်ပတ်သက်သည့် ဝေါဟာရတစ်ခု ဖြစ်သည်။ "Air temperature immediately after the coil " ဟုလည်း ပြောလေ့ရှိသည်။ လေ၏ဂုဏ်သတ္တိများ(air properties) အားလုံးကို တွက်ယူနိုင်ရန်အတွက် Dry Bulb အပူချိန် နှင့် Wet Bulb အပူချိန် တို့ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ °C ဖြင့်သာမက °F ဖြင့်လည်း ဖော်ပြထားသည်။

Face Velocity

Cooling coil အတွင်းဖြတ်သွားသော လေအလျင်(air velocity) ဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် fin ကလေးများ အကြား ဖြတ်သွားသော လေအလျင်(air velocity) ဖြစ်သည်။ 2.5m/s ထက်ပိုများပြီး cooling coil သည် "Wet Coil" ဖြစ်နေလျှင် ရေမှုန်ကလေးများသည် ရေခံခွက်(drain pan)ထဲသို့ မကျဘဲကျော်၍ ကျသောကြောင့် AHU ကြမ်းခင်းတစ်ခုလုံး ရေများနှင့် ပြည့်လျှံနေလိမ့်မည်။ ထိုသို့ ကျော်ကျခြင်းကို **"Water carried over"** ဖြစ်သည်ဟု ပြောဆိုကြသည်။ ထိုအပြင် fin ကလေးများအကြားတွင် လေသည် အလွန်

လျှင်မြန်စွာ ဖြတ်သန်းသွားသောကြောင့် အပူကူးပြောင်းခြင်း(heat transfer)ဖြစ်ရန် အချိန် မလုံလောက်ပေ။ ထို့ကြောင့် cooling coil သည် efficient မဖြစ်တော့ပေ။ Chilled water သည် လေ(air)ထဲမှ အပူ(heat)ကို စုပ်ယူရန် အချိန်မလုံလောက်ပေ။ Face velocity သည် တစ်စက္ကန့်လျှင် (၂.၅)မီတာ(2.5m/s or 500 fpm) ထက်မကျော်ရန် ကန့်သတ်ထားချက်သည် cooling coil အတွက်သာ ဖြစ်သည်။ Heating coil ၏ face velocity သည် တစ်စက္ကန့်လျှင် (၃)မီတာ မှ (၄)မီတာအတွင်း ဖြစ်နိုင်သည်။

Air Pressure Drop

လေသည် cooling coil ကို ဖြတ်သန်းသွားသည့်အခါ ခုခံအား(resistance)ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထိုခုခံအားကြောင့် လေဖိအား(pressure) ကျဆင်းသွားသည်ကို "Air Pressure Drop"ဖြင့် ဖော်ပြသည်။ စွမ်းဆောင်ရည်(capacity)တူသော AHU နှစ်လုံးတွင် လေဖိအားကျဆင်းမှု(air pressure dorp) များသည့် AHU ကို မရွေးချယ်သင့်ပေ။ လေဖိအားကျဆင်းမှု(air pressure dorp)များခြင်းသည် blower မောင်းရန် လိုအပ်သည့်ထက် ပိုများသည့်စွမ်းအင်(enegy)ကို သုံးစွဲခြင်းဖြစ်သည်။ AHU ၏ သက်တမ်းသည် (၈)နှစ်မှ (၁၀)နှစ် အတွင်း ဖြစ်သည်။ အနည်းငယ်သော စွမ်းအင်(energy)ပင်ဖြစ်ပါစေ နှစ်ပေါင်းများစွာ ဖြုန်းတီးနေခြင်း ဖြစ်သောကြောင့် ဆုံးရှုံးမှုပမာဏ အလွန်များသည်။

Sunction Temp for BDX

Refrigerant ကို သုံးသော direct expansion (DX) များအတွက် သာဖြစ်သည်။

Water ON/OFF Temperature

Water on ဆိုသည်မှာ cooling coil အတွင်းသို့မဝင်ရောက်မီ chilled water ၏ အပူချိန်ကို ဆိုလိုသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် chilled water supply temperature ကိုဆိုလိုသည်။ "Water temperature just before the coil." ဟုလည်းပြောလေ့ရှိသည်။ °C ဖြင့်ကော °F ဖြင့်ပါ ဖော်ပြထားသည်။ Water off ဆိုသည်မှာ cooling coil ထွက်ပြီးကာစ chilled water ၏ အပူချိန်ကိုဆိုလိုသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် chilled water return temperature ကို ဆိုလိုသည်။ "Water Temperature immediately after the coil." ဟုလည်း ပြောလေ့ရှိသည်။ °C ဖြင့်သာမက °F ဖြင့်လည်း ဖော်ပြထားသည်။

Water Flow Rate

Cooling coil specification ဖြစ်သောကြောင့် chilled water လည်ပတ်နှုန်း(flow rate)ဖြစ်သည်။ Coil အတွင်း ရေပမာဏ မည်မျှဖြတ်သန်းသွားသည်ကိုဆိုလိုသည်။

ရေ လည်ပတ်နှုန်း(flow rate)များလေလေ total cooling capacity များလေလေဖြစ်သည်။ သို့သော် ရေ လည်ပတ်နှုန်း များလေလေ ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop across the coil)များလာလေလေဖြစ်သည်။

စွမ်းဆောင်ရည်(total capacity) တူသော AHU နှစ်လုံးတွင် chilled water လည်ပတ်နှုန်း(flow rate) များသည့် AHU ကို မရွေးချယ်သင့်ပေ။ Chilled water လည်ပတ်နှုန်း(flow rate) များသည့် AHU ၏ cooling coil သည် efficient မဖြစ်သောကြောင့် chilled water လည်ပတ်နှုန်းများစွာ လိုအပ်ခြင်းဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ပန့်စွမ်းအင်(pumping energy) လိုအပ်သည်ထက် ပို၍ သုံးစွဲခြင်းဖြစ်သည်။

Water Pressure Drop

Chilled water supply pressure နှင့် chilled water return pressure တို့၏ ခြားနားချက်ဖြစ်သည်။ Chilled water supply pressure သည် chilled water return pressure ထက်များလေ့ရှိသည်။ ထို ဖိအား (pressure)ခြားနားချက်ကြောင့်သာ chilled water သည် coil အတွင်းသို့ စီးဝင်ဖြတ်သန်းသွားခြင်း ဖြစ်သည်။

Chilled water စီးဝင်နှုန်း(flow rate) နှင့် cooling capacity တူသော AHU နှစ်လုံးတွင် ဖိအားကျဆင်းမှု(water pressure drop)များသည့် AHU ကို မရွေးချယ်သင့်ပေ။ ဖိအားကျဆင်းမှု(water pressure drop)များခြင်းသည် ပန့်စွမ်းအင်(pumping energy)ကို လိုအပ်သည်ထက်ပို၍ သုံးစွဲခြင်းဖြစ်သည်။ AHU တစ်လုံး၏ သက်တမ်းသည် (၈)နှစ်မှ (၁၀)နှစ်အတွင်း ဖြစ်သည်။ (၁၀)နှစ်ကျော် ပန့်စွမ်းအင်(pumping energy)ကို လိုအပ်ထက် ပို၍သုံးစွဲနေခြင်း ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် စွမ်းအင်များ အလဟသဖြုန်းတီးရာ ရောက်သည်။

Cooling coil အဝင်နှင့်အထွက်အကြား chilled water ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop)များလေလေ chilled water စီးဝင်နှုန်း(flow rate) များလေလေ ဖြစ်သည်။ Chilled water စီးဝင်နှုန်း(flow rate) များလေလေ ဖိအားကျဆင်းမှု(chilled water pressure drop)များလေလေ ဖြစ်သည်။ အပြန်အလှန် မှန်ကန်ကြသည်။

၃.၁၀ Sensible Capacity ၊ Latent Capacity နှင့် Total Capacity

$$\boldsymbol{Sensible\ Heat + Latent\ Heat = Total\ Heat}$$

IP ယူနစ် ပုံသေနည်းများ

Q_S(Btu/hr) = 1.1 x CFM x(t_2-t_1)

$Q_{L(}$Btu/hr) = 0.68 x CFM x(W_2 – W_1)

$Q_{Total(}$Btu/hr) = 4.5 x CFM x(h_2-h_1)

SI ယူနစ် ပုံသေနည်းများ

Q_S Sensible Capacity(Watt)= 1.232 x L/s x(t_2-t_1)

Q_L Latent Capacity(Watt)= 3012 x L/s x(W_2 – W_1)

Q_T Total Capacity(Watt)= 1.2 x L/s x(h_2-h_1)

CFM သို့မဟုတ် L/s = Volume Flow Rate of Air being process.

h_2-h_1 = Enthalpy Change(Btu/lb °F) သို့မဟုတ် (kJ/kg °K)

t_2-t_1 = Temperature Change(˚C) သို့မဟုတ် (˚F)

w_2 – w_1 = Humidity Ration Change(lbw/lb d.a) သို့မဟုတ် (kg/kg d.a)

Cooling Coil Sensible Heat Factor(SHF)Formula

$$\boldsymbol{SHF = \frac{Sensible\ Cooling\ Capacity(or)Sensible\ Heat\ Load}{Total\ Cooling\ Capacity(or)Total\ Heat\ Load}}$$

where SHF = room sensible heat factor

Sensible Cooling Capacity သို့မဟုတ် Sensible Heat Load (kW or Btu/hr)

Total Cooling Capacity သို့မဟုတ် Total Heat Load (kW or Btu/hr)

SHF သည် မည်သည့်အခါမျှ (၁.၀)ထက်မကျော်ပေ။ SHF သည် (၁.၀)ဖြစ်သည့်အခါ၌ sensible cooling capacity နှင့် total cooling capacity တို့ တူညီကြသည်။ Latent cooling capacity သို့မဟုတ် latent heat load မရှိဟုဆိုလိုသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် လေထဲတွင်ရှိသည့် ရေငွေ့များအတွက် cooling လုပ်ခြင်းမရှိပါ။ ထို cooling coil တွင် ရေငွေ့ဖယ်ထုတ်ခြင်း(dehumidification) မဖြစ်ပေါ်နိုင်ပေ။

Coil Load

Coil load ဆိုသည်မှာ coil မှ ဖယ်ရှားနိုင်သော sensible heat နှင့် latent heat(ပေါင်း total heat)ပမာဏဖြစ်သည်။ "On coil temperature " ဆိုသည်မှာ Cooling coil အတွင်းသို့ဝင်ခါနီးလေ၏အပူချိန်ဖြစ်သည်။ "Off coil temperature" ဆိုသည်မှာ cooling coil မှ ထွက်ခါစ လေများ၏အပူချိန်ဖြစ်သည်။ Off coil temperature ၏ အပူချိန်ကို ကြည့်၍ လက်ရှိလေစီးနှုန်း(air flow rate)သည် ရှိသင့် ရှိထိုက်သည့် ပမာဏထက် များလွန်းသည် သို့မဟုတ် နည်းလွန်းသည်ကို ခန့်မှန်းနိုင်သည်။ Cooling coil မှ ထွက်သွားသည့် chilled water အပူချိန်သည် 12°C ခန့် ဖြစ်လျှင် off coil temperature သည် 12°C သို့မဟုတ် 11.5°C ဖြစ်ပါက လေစီးနှုန်း(air flow rate) သည် ရှိရမည့် ပမာဏထက်နည်းလွန်းသည်။ 17°C သို့မဟုတ် 18°C DB ဆိုပါက လေစီးနှုန်း(air flow rate) သည် များလွန်းသည်။(Pre cooled coil အတွက်မမှန်ကန်ပါ။)

Wet Bulb Depression

"Wet Bulb Depression" ဆိုသည်မှာ off coil air temperature ၏ Dry Bulb(DB) နှင့် Wet Bulb (WB)ခြားနားချက်ဖြစ်သည်။ Off coil air သို့မဟုတ် leaving air ၏ "Wet Bulb Depression" သည် 0.1 မှ 2°C အတွင်းဖြစ်သည်။

> "Wet Bulb Depression" သည် fin ကလေးများ တစ်ခုနှင့်တစ်ခု အကြားအကွာအဝေး (fin spacing) နှင့် လေအလျင်(air velocity)ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Fin spacing ကျယ်လျှင် (fin တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ဝေးလွန်းလျှင်) "Wet Bulb Depression" နည်းလိမ့်မည်။

Over cooling လုပ်သည့်အခါတွင် large wet bulb depression ဖြစ်ပေါ်သည်။ သာမာန် coil များ၏ Wet Bulb depression သည် 0.5°C မှ 1.0°C အတွင်းဖြစ်သည်။

Chilled Water Velocity

Copper tube အတွင်းရှိ chilled water အလျင်(velocity)သည် တစ်စက္ကန့်လျှင်(၀.၃)မီတာနှုန်း(0.3 m/s)ထက် မနည်းစေရ။ 0.3 m/s ထက်နည်းပါက turbulence flow မဖြစ်နိုင်သောကြောင့်ဖြစ်သည်။ Cooling coil ၏ tube များအတွင်း၌ turbulence flow ဖြစ်နေခြင်းကြောင့် coil ၏ အပူစီးကူးနိုင်စွမ်း(heat transfer performance) ပိုမိုကောင်းမွန်လာသည်။ သို့သော် တစ်စက္ကန့်လျှင်(၁.၅)မီတာနှုန်း(1.5 m/s)ထက် မကျော်စေရ။ 1.5m/s ထက်များပါက tube များ တိုက်စားခံရခြင်း(erosion)ဖြစ်နိုင်သည်။ လိုအပ်သည့် tube အရေအတွက်ထက် နည်းသောကြောင့် ရေအလျင်(water velocity)များခြင်း ဖြစ်သည်။ ရေအလျင်(water velocity)များခြင်းကြောင့် coil ၏ ရေဖိအားကျဆင်းမှု(water pressure drop) များနိုင်သည်။ ရေအလျင်(water velocity)များခြင်းကြောင့် ပန့်၏ စွမ်းအင်သုံးစွဲမှုများလိမ့်မည်။

Fin Spacing

"Fin Spacing" ဆိုသည်မှာ fin ကလေးများ တစ်ခုနှင့်တစ်ခု အကြားအကွာအဝေးဖြစ်သည်။ Fin spacing နည်းလျှင် တစ်လက်မ သို့မဟုတ် တစ်မီတာ အတွင်း၌ fin အရေအတွက်များစွာရှိနိုင်သည်။

12 FPI ဆိုသည်မှာ 12 fin per inch ဖြစ်သည်။ တစ်လက်မအတွင်းတွင် fin ကလေးများ (၁၂)ခု ရှိသည်။

Coil ၏ မျက်နှာပြင်ဧရိယာ(face area) သို့မဟုတ် finned area သည် L x H ဖြစ်သည်။ L သည် coil ၏ အရှည်(length) သို့မဟုတ် tube ၏ အရှည်(length) ဖြစ်သည်။ H သည် coil ၏ အမြင့်(height) ဖြစ်သည်။ Cooling coil ၏ အသုံးများသော tube အရွယ်အစားများသည် 3/8"၊ 1/2" နှင့် 5/8" တို့ဖြစ်သည်။ 8 FPI၊ 10 FPI၊ 12 FPI နှင့် 14 FPI စသည့် fin spacing များကို အများဆုံးတွေ့နိုင်သည်။

$$\textit{Face Velocity}\ (Fpm) = \frac{\textit{Air Flow Rate}(CFM)}{\textit{Face Area}(\textit{square feet})}$$

Coil ၏ အထူ(depth of the coil)သည် row အရေအတွက်ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Row အရေအတွက် များလေလေ coil ၏ အထူ ပိုများလေလေဖြစ်သည်။

$$Q = U \, x \, A \, x \, LMTD$$

Cooling coil ၏ စွမ်းဆောင်ရည်(performance) ကောင်းစေရန်အတွက် heat transfer coefficient များအောင် လုပ်ခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ မျက်နှာပြင်(surface)ဧရိယာများအောင် လုပ်ခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ Log Mean Temperature Difference (LMTD) များအောင် လုပ်ခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း ပြုလုပ်နိုင်သည်။

$$Log\ Mean\ Temperature\ Difference\ (LMTD) = \frac{\Delta T_A - \Delta T_B}{ln\left(\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}\right)}$$

ΔT_A သည် temperature difference between supply air and return air ဖြစ်သည်။

ΔT_B သည် temperature difference between chilled water supply and return ဖြစ်သည်။

အပူကူးပြောင်းမှု(heat transfer) ပိုမိုကောင်းမွန်စေရန်အတွက် Log Mean Temperature Difference (LMTD)များအောင် ပြုလုပ်ပေးခြင်းသည် အကောင်းဆုံးသော နည်းလမ်းဖြစ်သည်။ U-factor သို့မဟုတ် thermal transmittance ဟုလည်းခေါ်သည့် heat transfer coefficient သည် coil ၏ overall heat flow rate ကို ဖော်ပြသည်။

U factor သည် အောက်ပါအချက် သုံးချက်ပေါ်တွင် မူတည်သည်။

(၁) Air side coefficient သည် ဝင်လာသည့် air stream နှင့် fin မျက်နှာပြင်(surface) နှစ်ခု အကြားတွင်ရှိသော heat transfer ကိုခုခံထားသော(resistance to heat transfer) အခုအခံ အတားအဆီး(barrier) ဖြစ်သည်။

(၂) Water film coefficient သည် chilled water နှင့် copper tube အကြားတွင်ရှိသော အခုအခံ အတားအဆီး (barrier) ဖြစ်သည်။

(၃) Thermal conductance သည် aluminum film နှင့် copper tube အကြားတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် conductance ဖြစ်သည်။

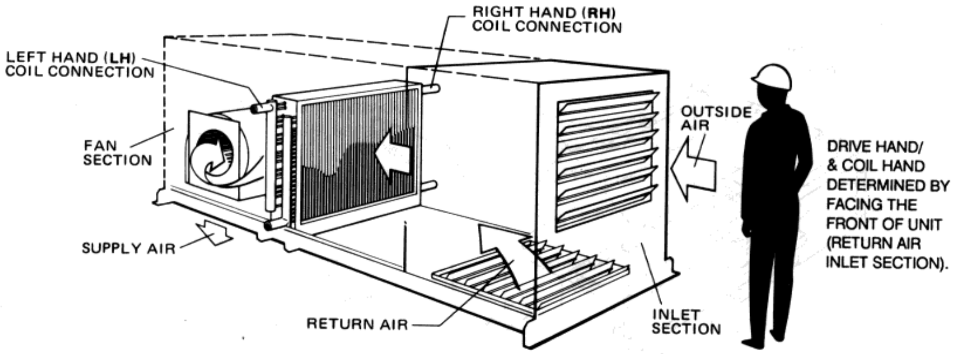
Coil တစ်ခုတွင် လေစီးနှုန်း(air flow rate) များလာလျှင် အပူကူးပြောင်းမှု ခုခံနိုင်စွမ်း(heat transfer resistance)နည်းသွားသည်။ ထို့အတူပင် ရေစီးနှုန်း(velocity)များလာလျှင် water side အပူကူးပြောင်းမှု ခုခံနိုင်စွမ်း(heat transfer resistance) နည်းသွားသည်။

Fin များ ပုံသဏ္ဍာန်(geometry)ကို ပိုကောင်းအောင်ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် overall heat transfer coefficient ပိုမိုကောင်းမွန် လာနိုင်သည်။ Coil ၏ မျက်နှာပြင်ဧရိယာ(face area)ကို များအောင်လုပ်ခြင်းဖြင့် အပူကူးပြောင်းမှု(heat transfer) ပိုကောင်းအောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။

၃.၁၁ Cooling Coil Header Connection

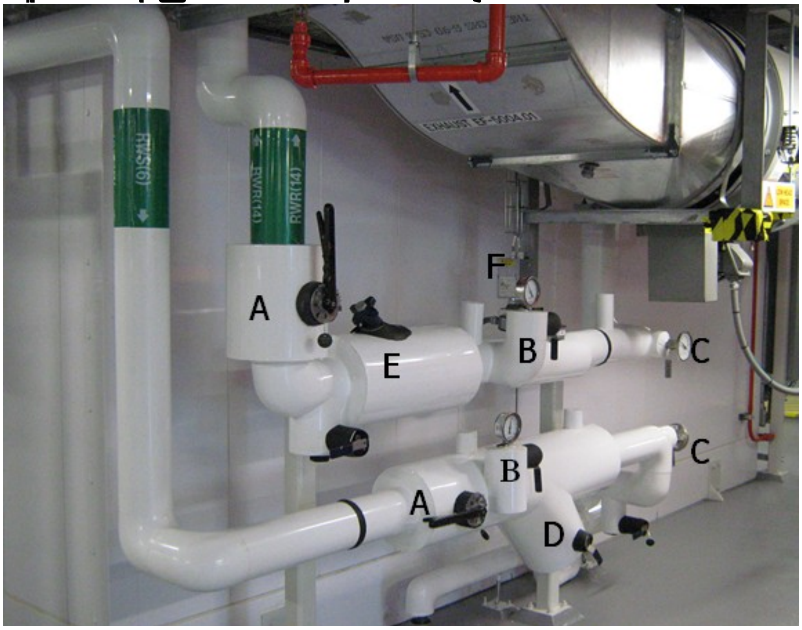
AHU များ နှင့် cooling coil များ ဝယ်ယူရန် သို့မဟုတ် အော်ဒါ(order)မှာရန် အတွက် ပိုက်(header pipe)သည် ညာဘက်မှ တပ်ဆင်သည်(Right Hand – RH coil connection)သို့မဟုတ် ဘယ်ဘက်မှ တပ်ဆင်သည်(Left Hand – LH coil connection)ကို ဖော်ပြပေးရန်လိုအပ်သည်။

ထိုသို့ ဖော်ပြရန်အတွက် ကြည့်မည့်လူသည် return air လေဝင်ပေါက်ကို မျက်နှာမူ၍ connection သည် ညာဘက်(RH)သို့မဟုတ် ဘယ်ဘက်(LH)ဖြစ်ကြောင်း သတ်မှတ်ရသည်။



ပုံ ၃-၃၇ Righit Hand (RH) and Left Hand (LH) Coil Connection

၃.၁၂ AHU နှင့် အတူတပ်ဆင်ရမည့် pipe ၊ fitting နှင့် device များ



ပုံ ၃-၃၈ AHU နှင့် အတူတပ်ဆင်ထားသည့် pipe ၊ fitting နှင့် device များ

Chilled water supply side တွင် ရှိသင့်သော device များ	Chilled water return ဘက်တွင် ရှိသင့်သော device များ
(A) Gate valve(Isolation valve) (B) Pressure gauge (C) Thermometer (D) Strainer	(A) Gate Valve(Isolation valve) (B) Pressure gauge (C) Thermometer (E) Balancing valve (F) Motorize valve သို့မဟုတ်Chilled water control valve

၃.၁၂.၁ (A) Gate Valves

Gate valve ကို AHU ၏ chilled water supply နှင့် return ပိုက်လိုင်းတွင် ပိတ်ရန်နှင့် ဖွင့်ရန် (isolation လုပ်ရန်)အတွက် တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။ တခြားသော ကိရိယာများ(devices) ဖြုတ်ရန် ပြင်ဆင်ရန် နှင့် ပြန်လည်တပ်ဆင်သည့်အခါ ရေများထွက်မကျအောင်ပိတ်ရန်အတွက် ကိရိယာများ(devices)၏ အပြင်ဘက်ဆုံး၌ တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်သည်။

တစ်နည်းအားဖြင့် chilled water supply ပိုက်လိုင်းတွင် AHU ၏ အနီးဆုံး နေရာ၌ တွေ့ရမည့် fitting သည် "Gate Valve" ဖြစ်ပြီး chilled water return ပိုက်လိုင်း တွင် AHU ၏ အဝေးဆုံး ၌ တွေ့ရမည့် fitting သည် "Gate Valve" ဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် gate valve နှစ်ခုသည် AHU ၏ supply ပိုက် နှင့် return ပိုက် တို့ အပြင်ဘက်ဆုံးတွင် တည်ရှိကြသော ကိရိယာများ(devices)ဖြစ်သည်။ အမျိုးမျိုးသော gate valve များကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

ပုံ ၃-၃၉ အမျိုးမျိုးသော Gate Valve များ

၃.၁၂.၂ (B) Pressure Gauge

Pressure gauge ကို chilled water supply ပိုက်လိုင်း နှင့် chilled water return ပိုက်လိုင်း (နှစ်ဘက်စလုံး)တွင် တပ်ဆင်ထားရမည်။ AHU ၏ cooling coil အတွင်းတွင် chilled water စီးဝင်နေခြင်း ရှိ၊ မရှိကို သိနိုင်ရန် အတွက် တပ်ဆင်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။

ပုံ ၃-၄၀ Pressure Gauage များ

ပုံ ၃-၄၁ သာမိုမီတာများ

ရေလည်ပတ်နှုန်း(chilled water flow rate) ကို စစ်ဆေးရန်အတွက်လည်း အသုံးပြုသည်။

> Chilled water စီးနှုန်း(flow rate)သည် chilled water supply pressure နှင့် chilled water return pressure တို့၏ ခြားနားချက် ပမာဏနှင့် တိုက်ရိုက် အချိုးကျသည်။ ဖိအားကွာခြားချက်(pressure difference) များလေလေ chilled water စီးနှုန်း(flow rate) များလေလေဖြစ်သည်။

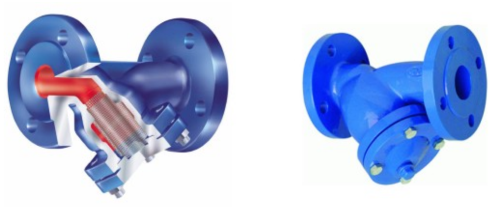
AHU ၏ specification တွင်ဖော်ပြထားသော differential pressure across the coil ၏ တန်ဖိုးနှင့် pressure gauge နှစ်ခုမှရသော တန်ဖိုးတို့ကို နှိုင်းယှဉ်ခြင်းဖြင့် အမှန်တကယ်ရေစီးနှုန်း(Actual chilled water flow rate)သည် ဒီဇိုင်း ရေစီးနှုန်းထက် ပိုများသည် သို့မဟုတ် ပိုနည်းသည်ကို သိရှိနိုင်သည်။ Supply pressure gauge မှ ဖတ်ယူရရှိသည့် တန်ဖိုးကို အသုံးပြု၍ ဖိအား(pressure) ကောင်း၊ မကောင်းကိုလည်း ခန့်မှန်းနိုင်သည်။

၃.၁၂.၃ (C) Temperature Gauge သို့မဟုတ်Thermometer

Temperature gauge သို့မဟုတ် အပူချိန်တိုင်းသည့်သာမိုမီတာ(thermometer)ကို chilled water supply ပိုက်လိုင်း နှင့် chilled water return ပိုက်လိုင်း(နှစ်ဘက်စလုံး)တွင် တပ်ဆင်ထားရမည်။ Chilled water supply temperature နှင့် chilled water return temperature တို့ကို ဖတ်ယူရန်အတွက် တပ်ဆင်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ Cooling coil ၏ စွမ်ဆောင်ရည်(performance)ကို စစ်ဆေးရန်နှင့် ချို့ယွင်းချက်ရှာဖွေခြင်း(Trouble shooting) ပြုလုပ်ရန်အတွက် တပ်ဆင်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။

၃.၁၂.၄ (D) Strainer

Strainer များကို AHU ၏ ရေအဝင်(chilled water supply)ဘက်တွင်သာ တပ်ဆင်ရမည်။ AHU အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်လာသော chilled water နှင့်အတူပါလာသော ခဲလုံးငယ်များ၊ အမှိုက်များကို သန့်စင်ရန်(filter လုပ်ရန်)အတွက်၊ cooling coil ၏ ပိုက်အတွင်းဘက် ထိခိုက်ပျက်စီးခြင်းမှ ကာကွယ်ရန် အတွက် အသုံးပြုခြင်း ဖြစ်သည်။ ခဲများနှင့် အမှိုက်များကို strainer အတွင်း၌ ပိတ်မိနေအောင် ဒီဇိုင်း ပြုလုပ်ထားသည်။ ထို့ကြောင့် strainer အတွင်းရှိ ဇကာ(mesh)ကို ဖြုတ်၍ ပုံမှန် ဆေးကြောသန့်စင်ခြင်း လုပ်ပေးရန် လိုအပ်သည်။



ပုံ ၃-၄၂ Strainer

ပုံ ၃-၄၃ Balancing Valve

၃.၁၂.၅ (E) Balancing Valve

Balancing valve ကို လိုအပ်သည့်(design flow rate မပိုစေရန်) chilled water flow rate ရရှိရန် အတွက် အသုံးပြုခြင်း ဖြစ်သည်။

Pump နှင့် နီးသည့် AHU များသည် ပိုက်တို၍ friction loss နည်းသောကြောင့် ရေစီးနှုန်း(flow rate)များများ ရလေ့ရှိသည်။ Pump နှင့် နီးသော AHU များတွင် လိုအပ်သည် ထက်ပိုများသည့် chilled water flow rate စီးဝင်ခဲ့လျှင် pump နှင့် ဝေးသော AHU များတွင် လိုအပ်သော ရေစီးနှုန်း(flow rate)ရနိုင်မည် မဟုတ်တော့ပေ။

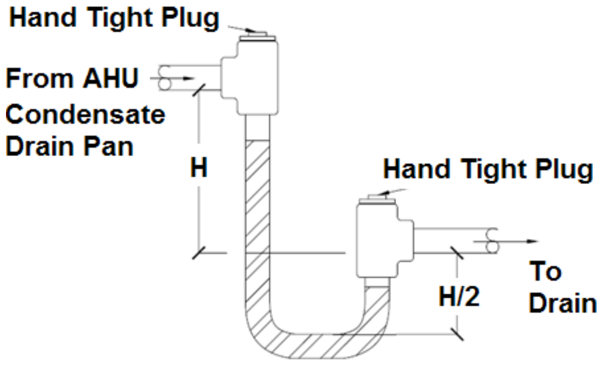
ပုံ၃-၄၄ Two way valve and Three way valve

ပုံ ၃-၄၅ chilled water control valve and Actuator

၃.၁၂.၆ (F) Chilled Water Control Valve သို့ Modulating Valve

AHU တွင် လိုအပ်သော chilled water စီးနှုန်း(flow rate)သည် AHU ၏ cooling load ကို မူတည်၍ ပြောင်းလဲနေသည်။ Cooling load နှင့် သင့်လျော်သည့် chilled water စီးနှုန်း(flow rate)ရရန် အတွက် “Modulating Valve” နှင့် “Actuator” က ဆောင်ရွက်ပေးသည်။

၃.၁၃ AHU နှင့် FCU Drain ပိုက်များ

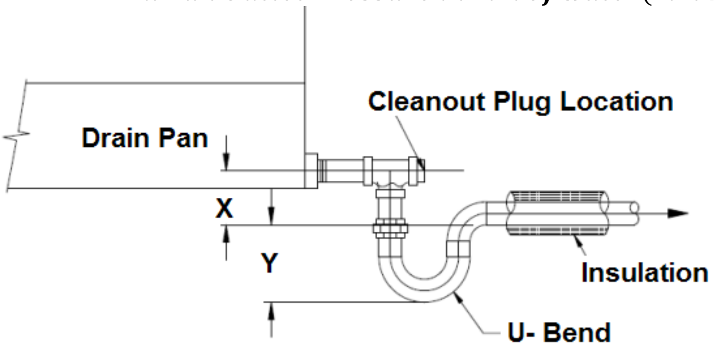


ပုံ ၃-၄၆ Trap for Draw-Through Unit

AHU များအားလုံးတွင် condensate water များကို ဖယ်ထုတ်ရန်အတွက် drain pan နှင့် drain pipe တပ်ဆင်ထားရန်လိုအပ်သည်။ Drain pan သည် AHU ထုတ်လုပ်သည့် စက်ရုံမှ တပ်ဆင် ပေးလိုက် သည်။ Drain pipe ကို AHU တပ်ဆင်မည့်နေရာ (site ထဲတွင်) ပြုလုပ်တပ်ဆင်ရသည်။ Air Handling Unit တိုင်း၏ drain pipe တွင် trap တပ်ဆင်ထားရန်လိုအပ်သည်။ Drain ပိုက်ကို ကြေး(copper) ပိုက် သို့မဟုတ် PVC ပိုက်များဖြင့် ပြုလုပ်ကြသည်။

Tee joint နှစ်ခု နှင့် ဖြုတ်နိုင်၊ တပ်နိုင်သည့်(removable) plug ပါဝင်ရမည်။ Removable plug ကို သန့်ရှင်းရေးပြုလုပ်ရန် နှင့် ပိတ်ဆို့မှုများကို စစ်ဆေးရန် အတွက်တပ်ဆင်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ Trap များကို သင့်လျော်သော အမြင့်ရရှိအောင် ပြုလုပ်ထားရမည်။ ပြုလုပ်သင့်သည့် အမြင့်သည် fan ၏ အထွက်ဖိအား (outlet pressure)ပမာဏ ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ ပုံ(၃-၄၆) နှင့် ပုံ (၃-၄၇) တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း ပြုလုပ်သင့်သည်။

$$H = 2\,x\,Fan\,Outlet\,Pressure\,in\,mm\,of\,water(mm\,Wg)$$



ပုံ ၃-၄၇ Drain Pip တပ်ဆင်ရန်အတွက် အတိုင်းအတာများကို ဖော်ပြထားပုံ

$$X = Negative\,Pressure\,Fan\,Static\,Pressure + 15mm$$

$$Y = ½(X) + 25mm\,or\,75mm\,Minimum$$

AHU/FCU အရွယ်အစား (Capacity in kW)	Drain ပိုက်အရွယ်အစား(mm)
7 kW အထိ	19 mm (၃/၄ လက်မပိုက်)
7.1 kW မှ 35 kW အထိ	25mm (၁ လက်မပိုက်)
35.1 kW မှ 106 kW အထိ	32 mm (၁ လက်မခွဲပိုက်)
106.1 kW မှ 176 kW အထိ	40 mm (၁ -၃/၄ လက်မပိုက်)
176.1 kW မှ 616 kW အထိ	50 mm (၂ လက်မပိုက်)
616.1 kW မှ 1050 kW အထိ	75 mm (၃ လက်မပိုက်)

၃.၁၄ Air Handling Unit (AHU) နှင့် သက်ဆိုင်သည့် စည်းမျဉ်း(Code)များ

(၁) Air Handling Unit များတွင် သင့်လျော်သည့် control device များတပ်ဆင်ထား ရမည်။

(၂) AHU များတွင် အသုံးပြုသည့် cooling coil သည် finned coil အမျိုးအစား ဖြစ်လျှင် 8 row ထက်မပိုရ။ (8 row ထက် ပိုလျှင် သန့်ရှင်းရေးလုပ်ရန် ခက်ခဲသည်။) Air treatment process များ၏ လိုအပ်ချက်အရ row ပိုများသော cooling coil ကို တပ်ဆင်ရန် လိုအပ်ပါက cooling coil နှစ်ခု ထပ်၍ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ သို့သော် သန့်ရှင်းရေး(cleaning)လုပ်ရန် နှင့် servicing လုပ်ရန် အတွက် လုံလောက်သော နေရာအကျယ် ရှိရမည်။

(၃) Cooling coil မှ ထွက်လာသော condensate water များ ဖောက်ထုတ်ရန်(drain) U bend ကို အသုံးပြု ရမည်။ Condensate drain pan နှင့် floor trap အကြားတွင် ကြားခံလေရှိရမည်။ (Air break between the condensate drain pope and the floor trop.)

(၄) AHU ကိုရပ်နား(switched off)လိုက်သည့် အခါ cooling coil မှ ထွက်လာသည့် condensate water များ AHU အတွင်းတွင် ရှိမနေအောင် ဒီဇိုင်းပြုလုပ် ရမည်။ တပ်ဆင်ရမည်။

(၅) AHU ၏ fan သို့မဟုတ် blower ကိုပိတ်ပြီးသည့်အခါ cooling coil အတွင်းသို့ chilled water များ စီးဝင်နေခြင်း မရှိစေရ။

(၆) AHU ၏ အတွင်းပိုင်း မျက်နှာပြင်သည် သန့်ရှင်းရေးလုပ်ရန် လွယ်ကူအောင် ပြုလုပ်ထားပြီး၊ abrasion resistant အမျိုးအစား ဖြစ်ရမည်။

(၇) AHU တပ်ဆင်ထားသည့် အခန်းအတွင်း၌ ပစ္စည်းများ သိုလှောင်သိမ်းဆည်းထားခြင်း မပြုရ။ Air con system နှင့် မသက်ဆိုင်သည့် ပစ္စည်းများ AHU အခန်းအတွင်း၌ မထားရ။ တခြား system မှ ကိရိယာများ တပ်ဆင်ထားခြင်း(installation) မပြုလုပ်ရ။

(၈) AHU များကို Code of practice for Fire Precaution ပါ စည်းမျဉ်း စည်းကမ်းများအတိုင်း ဒီဇိုင်းလုပ်ရမည်။ မောင်းနှင်(operate)ရမည်။လိုအပ်သော မီးအန္တရာယ်ကင်းဝေးစေရေးလိုအပ်ချက်(fire safety requirement)များ လိုက်နာရမည်။

၃.၁၄.၁ AHU Fan System Design Criteria

AHU တွင်တပ်ဆင်ထားသည့် fan သို့မဟုတ် blower ၏ မော်တာသည် 4 kW ထက်ကျော်ပါက အောက်ပါ ဇယား အတိုင်း ဒီဇိုင်းပြုလုပ် ရမည်။

Fan power limitation in air conditioning system

Allowable Nameplate motor power	
Constant Volume (CAV AHU)	Variable Volume
1.7 kW / m^3/s	2.4 kW / m^3/s

Variable Air Volume System(VAV) AHU အတွက် fan nameplate motor သည် 2.4 kW/m^3/s ထက်မပိုရ။ (တစ်စက္ကန့်လျှင် တစ်ကုဗမီတာ လေထွက်နှုန်း ရရန်အတွက် AHU မော်တာသည် 2.4 kW ထက်ပိုအသုံးစွဲရ။)

Constant Air Vloume System(CAV) AHU အတွက် fan motor ၏ Nameplate reading သည် 1.7 kW/ m^3/s ထက် မပိုရ။ (တစ်စက္ကန့်လျှင် တစ်ကုဗမီတာ လေထွက်နှုန်း ရရန်အတွက် AHU မော်တာသည် 1.7 kW ထက်ပိုအသုံးစွဲရ။)

Air conditioning system သည် အောက်တွင် ဖော်ပြထားသော နည်းများအနက်မှ နည်းတမျိုးမျိုးဖြင့် အလိုလျှောက် ပိတ်ခြင်း(automatically shutdown) ပြုလုပ်ရမည်။

(က) 7 day timer သို့မဟုတ် schedule တစ်မျိုးမျိုးဖြင့် AHU ကို start/stop ပြုလုပ် နိုင်ရမည်။ Manual override ပြုလုပ်နိုင်ရမည်။ ခဏဖွင့်ခြင်း၊ ပိတ်ခြင်း ပြုလုပ်ရန်(temporatory operation) အတွက် နှစ်

သာနာရီ မောင်းပြီး အလိုလျှောက် ပိတ်သည့် function မျိုး ရှိရစေမည်။

(ခ) Occupancy sensor တပ်ဆင်ထားပြီး ထို occupancy sensor က မိနစ်(၃၀)အတွင်း တစ်စုံတစ်ယောက် မျှမရှိ(no occupant)ဟု ဆုံးဖြတ်(detect)လျှင် AHU ကို ပိတ်ပစ်(shutdown)ရမည်။

(ဂ) Security system နှင့် ချိတ်ဆက်ထားပြီး security system မှ အခန်းအတွင်းတွင် မည်သူမျှ မရှိဟု သတ်မှတ်လျှင် AHU ကို ပိတ်ပစ်(shutdown)ရမည်။ အထက်ပါနည်းများသည် ဟိုတယ် ဧည့်ခန်းများ (guest room)နှင့် မောင်းသူကအဖွင့်အပိတ် ပြုလုပ်နိုင်သည့်(manual on/off) AHU များ အတွက်လည်း အကျုံးဝင်သည်။

(ဃ) လေစီးနှုန်း(air flow rate) 5 m^3/s ထက်ပိုများသည့် AHU များတွင် optimum start control နည်းပါဝင် ရမည်။ Optimum start control algorithm တွင် set point နှင့် အခန်းအပူချိန်(room temperature) တို့၏ အပူချိန်ကွာခြားချက်(differential temperature) နှင့် scheduled occupancy တို့၏ အချိန် အတိုင်းအတာ တို့ကို ထည့်သွင်း တွက်ချက် ထားရမည်။

(င) တစ်ထပ်ခြင်းစီကို ဇုံအဖြစ် သတ်မှတ်ပြီး၊ ဇုံတစ်ခုချင်းစီ၏ AHU ကို အဖွင့် အပိတ် ပြုလုပ်နိုင်ရမည်။ ဇုံ(zone)တစ်ခု၏ ဧရိယာအကျယ်သည် 2300 m^2ထက် မပိုစေရ။ ဇုံ(zone)များကို ငယ်နိုင်သမျှ ငယ်အောင် ပြုလုပ်ပြီး သီးသန့် အဖွင့်၊အပိတ် ပြုလုပ်နိုင်ရမည်။

(စ) AHU များကို ပိတ်(shutdown)သည်နှင့် တစ်ပြိုင်နက် AHU နှင့် သက်ဆိုင်သော ပြင်ပလေဝင်ပေါက် (outdoor air intake) များနှင့် exhaust air system များကိုလည်း တစ်ပြိုင်နက် ပိတ်(shutdown) စေရမည်။

(ဆ) လူများမရောက်ခင် AHU ကို အရင် ကြိုတင်မောင်းလေ့ ရှိသည်။ ထိုကဲ့သို့ မောင်းခြင်းကို "pre–occupancy building cool-down" ဟု ခေါ်သည်။ Pre-occupancy building cool-down ပြုလုပ်နေသည့် အချိန်တွင် outdoor air damper များကို အလိုလျှောက် ပိတ်နေအောင် ဒီဇိုင်း လုပ်ထားရမည်။ တပ်ဆင်ထားရမည်။

(ဇ) Air con ပေးထားသည့်နေရာ(space)များတွင် မလိုအပ်သည့် အခါ outdoor supply air နှင့် exhaust system များတွင် အသုံးပြုထားသည့် damper များ အလိုလျှောက် ပိတ်အောင် (shut off automatically) ပြုလုပ်ထားရမည်။ တပ်ဆင်ထား ရမည်။

(ဈ) Damper တွင် သက်ရောက်နေသည့် ဖိအား(pressure)သည် 250 Pa ဖြစ်သည့် အခိုက် damper ၏ လက်ခံနိုင်သည့် အများဆုံး လေယိုစိမ့်မှု(maximum leakage rate)သည် 100 l/s per m^2 ထက် မကျော် စေရ။ ဧရိယာ တစ်စတုရန်း မီတာရှိသည့် damper အတွက် လေယိုစိမ့်နှုန်း(leak)သည် 100 l/s ထက်မပိုစေရ။

သို့သော် အောက်ပါအချက်များကို ချွင်းချက်အဖြစ် ခွင့်ပြုသည်။

- 2.4 m^3/s ထက်ငယ်သည့် ၊ နည်းသည့် fan system များတွင် ချိတ်ဆက်ထားသည့် exhausted air နှင့် outdoor air connection များ အကျုံးမဝင်ပါ။
- ဒီဇိုင်းလေစီးနှုန်း(design airflow)၏ ၁၀%ထက်နည်းပြီး ဇုံ(zone)တစ်ခု တည်းအတွက်သာ တပ်ဆင်ထားသည့် exhaust air system အကျုံးမဝင်ပါ။
- အမြဲတမ်း မောင်းနေရန် အတွက် ဒီဇိုင်း ပြုလုပ်ထားသည့် ဇုံ(zone) များ အကျုံးမဝင်ပါ။

Fan မော်တာ ၏ စွမ်းအား(power)သည် 0.5 kW ထက် ပိုများပါက အထက်တွင် ဖော်ပြထားသော automatic shutdown နည်းများအသုံးပြုရန် အကျုံးဝင်သည်။

Part load fan power limitation

VAV system AHU fan မော်တာ၏ စွမ်းအား(power)သည် 11 kW ထက် ပိုကြီးပါက အောက်ပါ အချက်များ ကို လိုက်နာရမည်။

(က) VAV system AHU fan မော်တာ၏ စွမ်းအား(power)သည် 11 kW ထက် ပိုကြီးပါက အောက်ပါ အချက်များ ကို လိုက်နာရမည်။

Variable speed drive (VSD/VFD) တပ်ဆင်ရမည်၊ သို့မဟုတ် Vane-axial fan ဖြစ်ပါက variable pith blade တပ်ဆင်ထား ရမည်။

(ခ) ဒီဇိုင်းလေစီးနှုန်း(design airflow) ၏ ၅၀% နိမ့်သည့် အခိုက် static pressure set point သည် 1/3 of total design static pressure ဖြစ်သည့်အခိုက်တွင် fan မော်တာ ၏ demand ကို design wattage ထက် ၃၀% နည်းအောင် လျှော့ချနိုင်ရမည်။

Static pressure sensor location

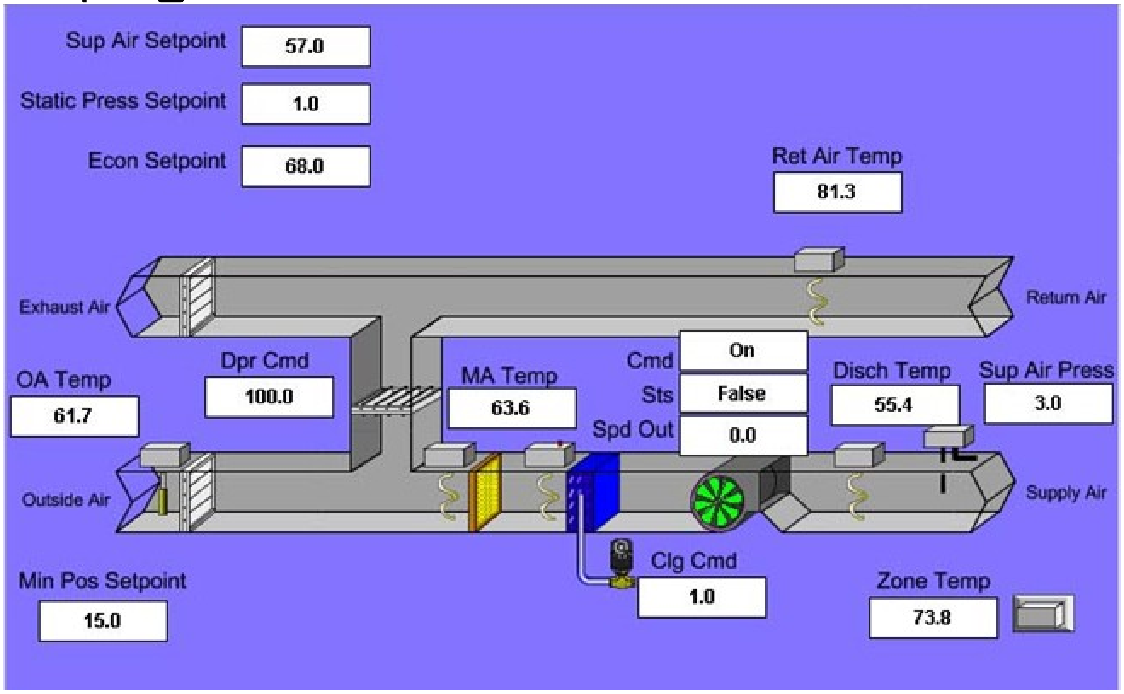
VAV System AHU တွင် အသုံးပြုမည့် static pressure sensor တပ်ဆင်ထားရမည့်နေရာသည် 1/3 of total design fan static pressure ထက် ပိုမများသည့် အကွာအဝေးနေရာတွင် တပ်ဆင်ရမည်။ Main duct မှ main branch duct များစွာ ခွဲသွားသည် duct ပုံစံမျိုးတွင် major brach duct တိုင်းအတွက် static pressure sensor များ တပ်ဆင်ထား ရမည်။

Set point reset

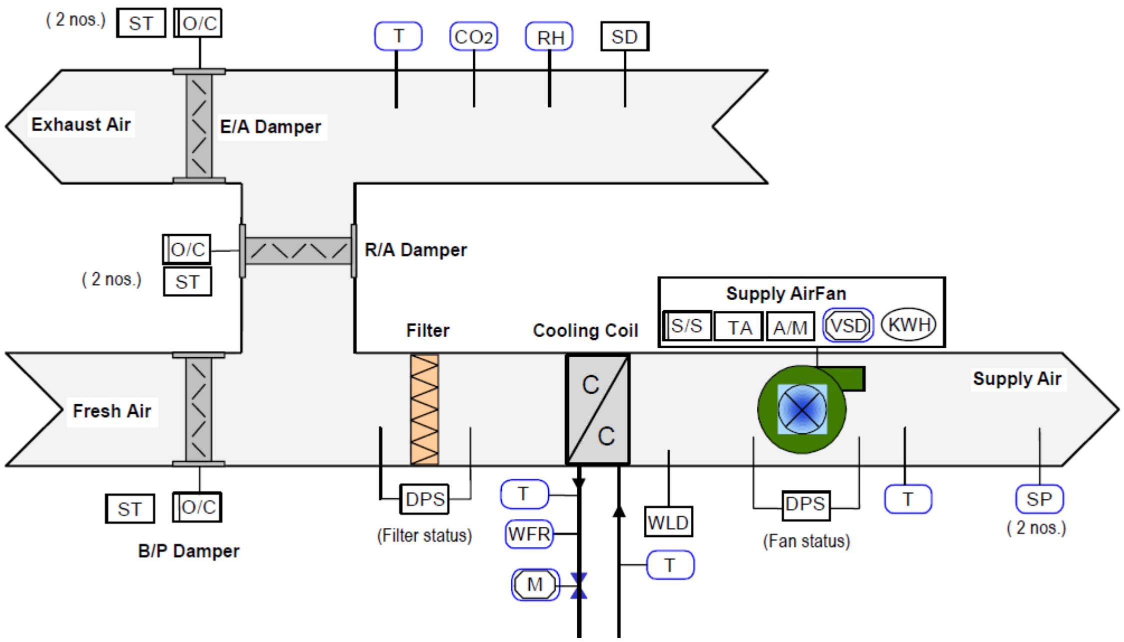
Direct Digital Control(DDC) ကို အသုံးပြုသည့် VAV Box များအတွက် static pressure set point ကို reset လုပ်ပေးရမည်။ ဥပမာ set point ကို reset lower လုပ်ပေးရမည်။(အနည်းဆုံး ဖုံ တစ်ခု damper ကို 95% သို့မဟုတ် 100% ဖြစ်သည့် အထိ)

၃.၁၅ VAV AHU တစ်လုံး ၏ Controller နှင့် Control Logic

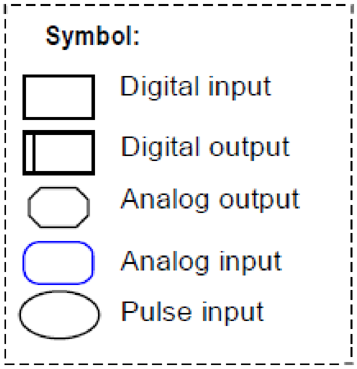
Building Automation System ၌ မြင်တွေ့ရလေ့ရှိသည့် AHU graphic ကို နမူနာအဖြစ်ဖော်ပြထားသည်။ AHU တစ်လုံး၏ Direct Digital Controller(DDC)နှင့် Control logic ကို သိစေရန်အတွက်သာ ဖော်ပြထားခြင်း ဖြစ်သည်။ အသေးစိတ်ကို Building Automation System စာအုပ်တွင် လေ့လာနိုင်ပါသည်။



ပုံ ၃-၄၈ Building Automation System(BAS) ရှိ AHU graphic ပုံ



ပုံ ၃-၄၉(က) Air Handling Unit တစ်ခုရှိ field device များ၊ Input နှင့် Output များကို ဖော်ပြထားပုံ



Legend

ST: On/Off status
TA: trip alarm
A/M: Auto/Manual mode
SD: Smoke detector
DPS: Differential pressure switch
WLD: Water leakage Detector
T: Temperature
SP: Static pressure
RH: Relative Humidity
WFR: water flow rate
KWH: kilo-watt hour
S/S: Start/Stop control
VSD: variable speed drive
M: motorised actuator
O/C: Open/Close control

ပုံ ၃-၄၉(ခ) Air Handling Unit တစ်ခုရှိ field device များ၊ Input နှင့် Output များ၏ Legend

၃.၁၅.၁ Description

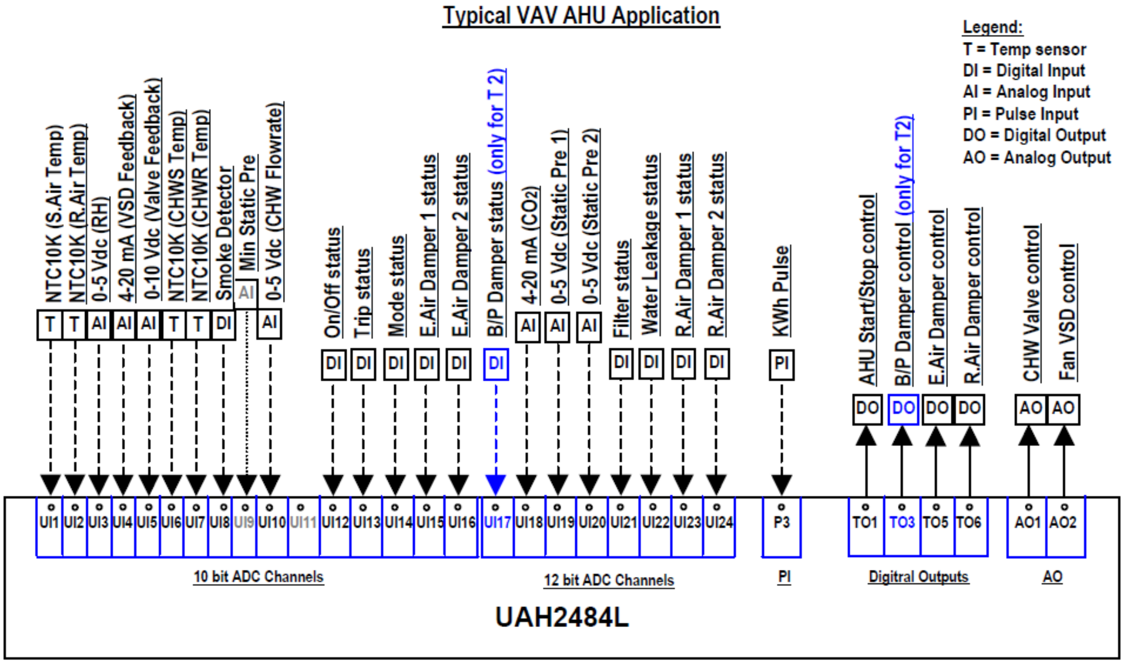
Variable Air Volume (VAV) AHU control application များအတွက် အသုံးပြုထားသည့် Direct Digital Controller (DDC) သည် model UAH2484L ကို ဖြစ်သည်။

Direct Digital Controller (DDC)၏ Input များ

Direct Digital Controller(DDC) UAH24842L နှင့်တွဲ၍ အသုံးပြုနိုင်သော Input များ မှာ

(1)Digital Input(Dry contacts)

Direct Digital Controller(DDC) UAH24842L နှင့် Digital Input (၁၅)ခုအထိ ချိတ်ဆက်(connect) နိုင်သည်။



ပုံ ၃-၅၀ VAV AHU တစ်လုံး ၏ controller ရှိ Input နှင့် Output များကို ဖော်ပြထားပုံ

VAV AHU တစ်လုံး ၏ controller နှင့် control logic အကြောင်းကို ဖော်ပြထားသည်။

Digital Input အမျိုးအစားများမှာ

- Selector mode status
- On/Off status
- Trip status
- Smoke detector status(maximum 4 nos.) နှင့်
- General dry contacts(maximum 8 nos.) တို့ဖြစ်သည်။

(2) Analog Input(0-5 Vdc/4-20mA/ NTC 10K temperature)

Direct Digital Controller(DDC)UAH24842L နှင့် Analog Input (၁၂)ခု ချိတ်ဆက်(connect)နိုင်သည်။

Analog Input အမျိုးအစားများမှာ

- Temperature sensors(maximum 4 nos.)
- Static Pressure
- Chilled water flow rate
- CO_2 နှင့်
- Universal Input(maximum 5 nos.) တို့ဖြစ်သည်။

Analog Input monitoring အတွက် ပုံမှန်မဟုတ်သော(abnormal) sensor reading များကို ဟန့်တားရန် "First Order Low Pass Filter Method" ကို အသုံးပြုထားသည်။

$$Vnew = Vold + C(Vin - Vold)$$

Where, Vnew = New reading to be updated in DDC

Vold = Old reading updated in DDC

Vin = Sensor reading,

C = constant(0.0~ 1.0)

(3) Pulse Input

Direct Digital Controller(DDC) UAH24842L နှင့် pulse Input (၁)ခု ချိတ်ဆက်(connect) နိုင်သည်။အနိမ့်ဆုံး pulse width သည် ၅၀မီလီစက္ကန့်(50ms) ဖြစ်သည်။ Accumulated counter သည် တန်ဖိုး(value) 0 မှ 1,999,999,999 အထိ ဖော်ပြ(display)နိုင်သည်။

Output များ

Direct Digital Controller (DDC) UAH24842L သည် Digital Output(24 Vac Triac) & Analog Output(0-10 Vdc or 4- 20mA)များကို ထုတ်ပေးနိုင်သည်။ Command ပေးနိုင်သည်။

(4) Digital Output

Direct Digital Controller(DDC)UAH24842L သည် Digital output channel (၅)ခု ထုတ်ပေးနိုင်သည်။ Channel တစ်ခုချင်းစီကို Digital Output control (၁)ခု အဖြစ် configure လုပ်နိုင်သည်။

AHU တစ်ခုလုံး မောင်းရန်/ရပ်ရန် AHU Start/Stop(Individual schedule or manual control)
Fan 1 မောင်းရန်/ရပ်ရန် Fan 1 Start/Stop(Individual schedule manual control)(used as By pass damper control)
Fan 2 မောင်းရန်/ရပ်ရန် Fan 2 Start/Stop(Individual schedule manual control)
Return air damper ဖွင့်ရန်/ပိတ်ရန် Return air damper Open/Close control(interlock with AHU operation)
Exhaust air damper ဖွင့်ရန်/ပိတ်ရန် Exhaust air damper Open/Close control(interlock with AHU operation)

(5) Analog Output

Direct Digital Controller(DDC) UAH24842L သည် Analog output channel နှစ်ခု ထုတ်ပေးနိုင်သည်။

- AHU Variable Speed Drive(VSD) control နှင့်
- AHU chilled water valve control တို့ ဖြစ်သည်။

၃.၁၅.၂ DDC Terminal Block Assignment (UAH2484L)

Terminal Block (၇)ခု ပါရှိသည်။ TB1 မှ TB6 နှင့် TB8 terminal တို့ ဖြစ်သည်။

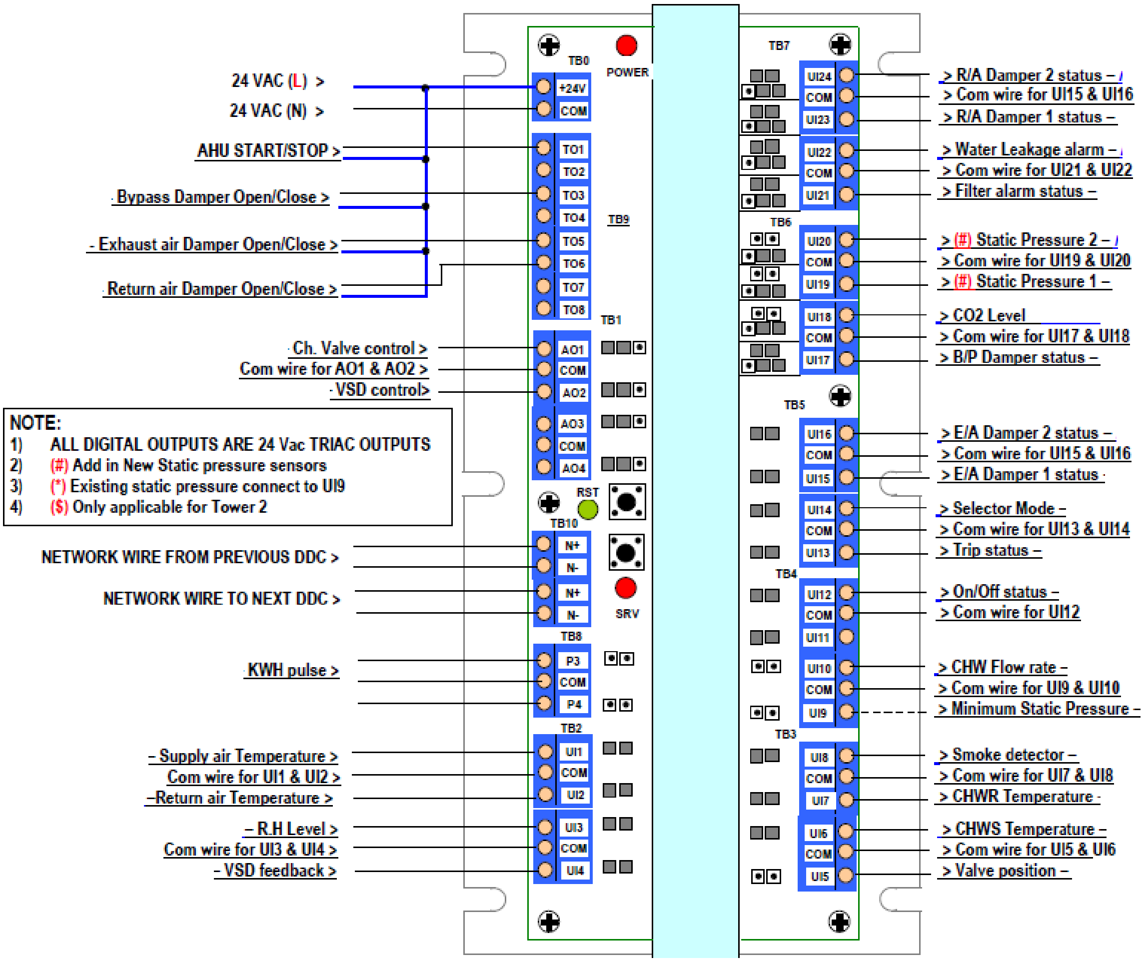
Terminal Block No	Label	Description	Remark
TB0	+24V	24 VAC Input(L)	
	COM	24 VAC Input(N)	
TB1	AO1	Analog Output 1	
	COM	Com terminal for AO1 & AO2	
	AO2	Analog Output 2	
TB2	UI1 – UI4	Universal Input 1-4	
	COM	2 COM Terminals for UI 1-4	Each com shared by 2 UI
TB3	UI5 – UI8	Universal Input 5-8	
	COM	2 COM Terminals for UI 5-8	Each com shared by 2 UI
TB4	UI9 – UI12	Universal Input 9-12	
	COM	2 COM Terminals for UI 9-12	Each com shared by 2 UI
TB5	UI13 – UI16	Universal Input 13-16	
	COM	2 COM Terminals for UI 13-16	Each com shared by 2 UI
TB6	UI17 – UI20	Universal Input 17-20	
	COM	2 COM Terminals for UI 17-20	Each com shared by 2 UI
TB7	UI21 – UI24	Universal Input 21-24	
	COM	2 COM Terminals for UI 21-24	Each com shared by 2 UI
TB8	P3	Pulse Input	Only P3 is used.
	COM	Com terminal for P3 & P4	
	P4	Pulse Input	
TB9	TO1-TO8	Digital Output 1 - 8	Only TO1,3,5,6 are used. TO3 not used for Tower 1
TB10	N+	Network wire from previous DDC	
	N-	Network wire from previous DDC	
	N+	Network wire to next DDC	
	N-	Network wire to next DDC	

၃.၁၅.၅ AHU Control Logic

AHU တွင် operating mode (၅)မျိုး ရှိသည်။

(၁) Purge mode
(၂) Alarm mode
(၃) Normal operation mode
(၄) Manual control mode နှင့်
(၅) Bypass damper control တို့ ဖြစ်သည်။

၃.၁၅.၃ Variable Air Volume (VAV) AHU ၏ DDC Layout နှင့် Wiring Diagram



ပုံ ၃-၅၁ Variable Air Volume (VAV) AHU ၏ DDC Layout နှင့် Wiring Diagram

၃.၁၅.၄ Variable Air Volume (VAV) AHU ၏ Typical Sensor Termination

(၁) Purge mode

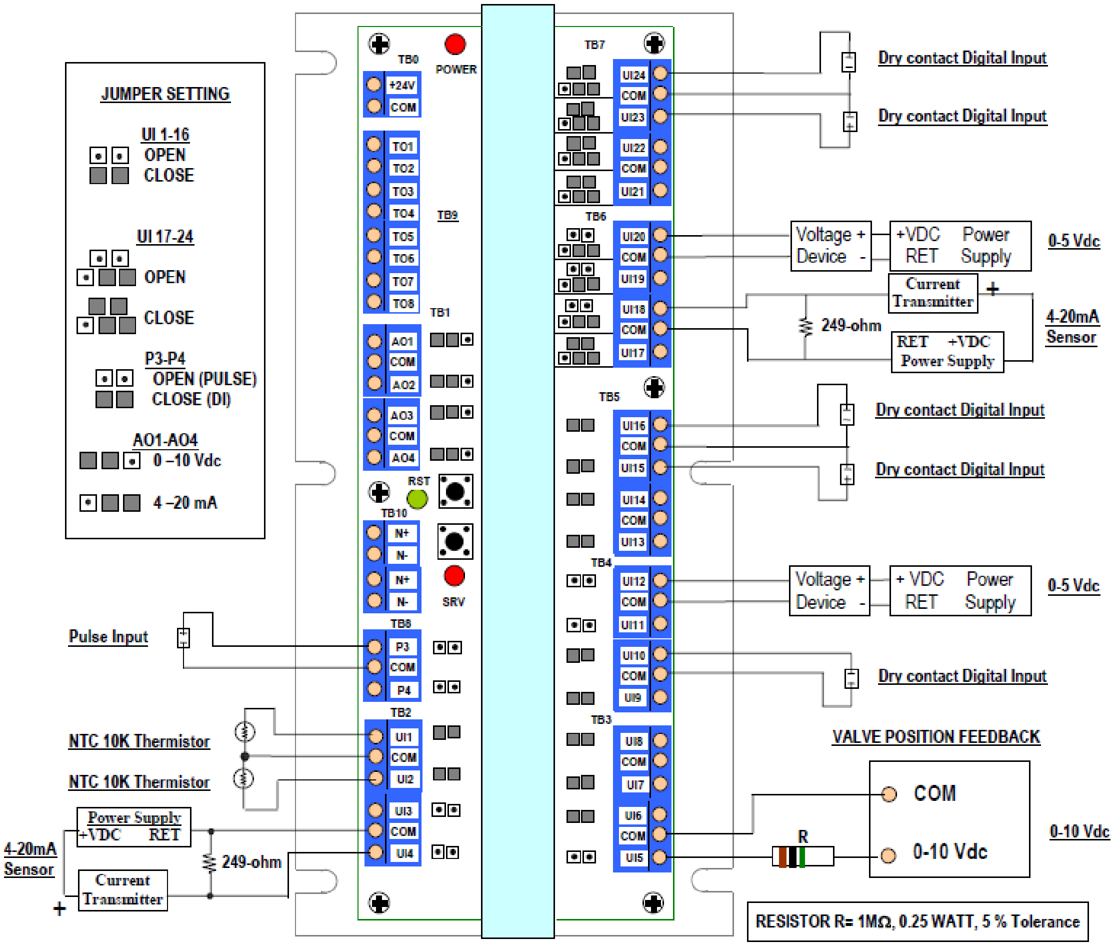
Purge mode သည် နံနက်စောစော AHU မမောင်းခင် တစ်ညလုံး အခန်းအတွင်းရှိနေသည့် လေပုတ်လေဟောင်းများကို အခန်းအတွင်းမှ စုပ်ထုတ်ပစ်ပြီး လေသန့်များပြန်ထည့်ပေးခြင်းဖြစ်သည်။ "Flushing Mode" ဟုလည်းခေါ်သည်။

Network မှ purge လုပ်ရန် command ပေးလျှင် သို့မဟုတ် network မှ purge mode ကို enable လုပ်လျှင် controller သည် "Purge Mode" သို့မဟုတ် "Flushing Mode" ကို စတင်သည်။

Controller မှ အောက်ပါ output များကို ထုတ်ပေးကာ(command ပေးကာ) controlled device များကို စတင်လုပ်စေသည်။

- On/Off အမျိုးအစား(type) exhaust air damper ကို ဖွင့်သည်။ (set to open)
- On/Off အမျိုးအစား(type) return air damper ကို ပိတ်သည်။ (set to close)
- AHU supply air fan ကို မောင်း(run)သည်။ Fan speed သည် "Purge Mode" မှ set point အတိုင်းဖြစ်သည်။

- Modulating အမျိုးအစား(type) chilled water valve ကို ပိတ်သည်။ (set to 0%)



ပုံ ၃-၅၂ Variable Air Volume(VAV)AHU ၏ Typical Sensor Termination

(၂) Alarm mode

အကယ်၍ smoke detector activate ဖြစ်လျှင် "Alarm Mode" ကို စတင်သည်။ မီးခိုးများ AHU အတွင်းသို့ ရောက်ရှိလာသောကြောင့် ထိုမီးခိုးများ အခန်းများအတွင်းသို့ မပျံ့ နှံ့စေရန် AHUကို ရပ်တန့်စေ ရမည်။

Blower ၏ VSD speed ကို 0% (set to 0%)ဖြစ်စေသည်။

Return air damper ကို ပိတ်သည်။(set to close)

အကယ်၍ AHU ရပ်နေလျှင် chilled water valve ကို အပြည့်ပိတ်(fully close) ထားသည်။return air damper ကိုဖွင့် (open) သည်။ Exhaust air damper ကိုပိတ်(close)သည်။

(၃) Normal operation mode

AHU မောင်းခြင်း၊ ရပ်ခြင်း(start/stop)ကို လူကိုယ်တိုင်မောင်းနိုင်သည်။(manually) သို့မဟုတ် ထည့်ပေးထားသည့် schedule များအတိုင်း မောင်းနိုင်သည်။

AHU ကို DDC မှ မောင်းခြင်း၊ ရပ်ခြင်း ပြုလုပ်ရန်အတွက် mode selection switch သို့မဟုတ် selector switch ကို "on" ထားရမည်။ သို့မဟုတ် Auto mode သို့ပြောင်းထားပေးရမည်။ အကယ်၍ Mode selection switch

သို့မဟုတ် selector switch သည် local mode သို့ရောက်နေလျှင် DDC မှ မောင်းခြင်း၊ ရပ်ခြင်း ပြုလုပ်နိုင်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။

(၄) Manual control Mode

AHU မောင်းနေစဉ်

- On/Off အမျိုးအစား(type) exhaust air damper ကို ပိတ်သည်။ (set to close)
- On/Off အမျိုးအစား(type) return air damper ကို ဖွင့်သည်။ (set to open)
- AHU supply air fan ကိုမောင်းရန် fan speed သည် static pressure setpoint အတိုင်းရရှိရန်အတွက် PID algorithm မှထုတ်ပေးသည့် output contol singal အတိုင်း VSD ကိုမောင်းရန် ဖြစ်သည်။
- Modulating အမျိုးအစား(type) chilled water valve ကို cooling set point အတိုင်းရရှိရန်အတွက် PID algorithm မှထုတ်ပေးသည့် output contol singal အတိုင်း modulating actuator ကိုမောင်းရန် ဖြစ်သည်။

AHU ရပ်ထားလျှင်

- On/Off type Exhaust air damper ကို ပိတ်သည်။(set to close)
- On/Off type return air damper ကို ဖွင့်သည်။(set to open)
- VSD output ကို 0 % အဖြစ်ထားသည်။ (set to 0 %)
- Valve output ကို 0 % အဖြစ်ထားသည်။ (set to 0 %)

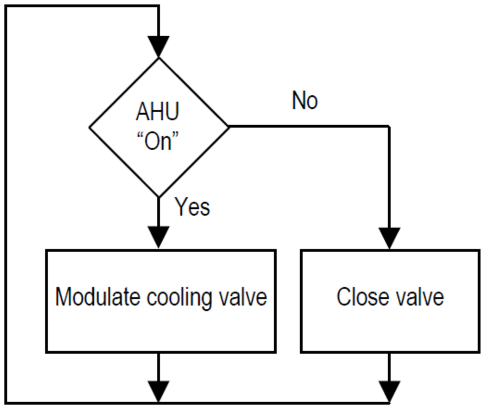
(၅) Bypass damper control

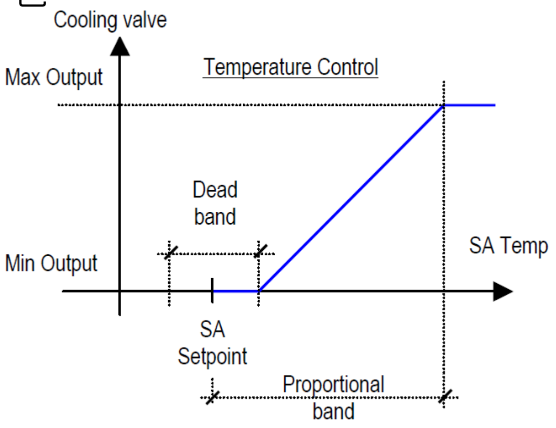
Bypass damper control သည် AHU နှင့် interlock မလုပ်ထားပါ။
ပိတ်ခြင်း ၊ ဖွင့်ခြင်း(open/close)ကို manually သို့မဟုတ် schedule control ဖြင့်ပြုလုပ်နိုင်သည်။

Chilled water valve control

PID control algorithm ဖြင့် modulating type chilled water valve ကို control လုပ်သည်။
Actuator သည် 0~10 Vdc control signal ကို အသုံးပြုထားသည့် အမျိုးအစား ဖြစ်သည်။
Temperature setpoint အတွက် default PID parameter များမှာ

- default setpoint သည် 12°C ဖြစ်သည်။
- Supply air temperature သည် control PID loop အတွက် reference input ဖြစ်သည်။
- Proportional band ၏ default value သည် 5.0 °C ဖြစ်သည်။
- Dead band ၏ default value သည် 0.40 °C ဖြစ်သည်။





ပုံ ၃-၅၃ Modulating valve control　　ပုံ ၃-၅၄ Temperature control

Integral ၏ default value သည် 120 sec ဖြစ်ပြီး derivative constant default value သည် 0 sec ဖြစ်သည်။ (တစ်နည်းအားဖြင့် PI control သာဖြစ်သည်။)

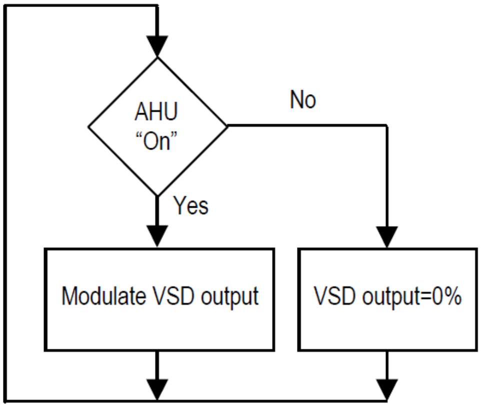
Supply Fan Variable Speed Drive (VSD) control

PID control algorithm ဖြင့် Fan မော်တာ Variable Speed Drive(VSD) ကို control လုပ်သည်။ Output Signal သည် 0~10 Vdc ကို အသုံးပြုထားသည့် အမျိုးအစား ဖြစ်သည်။

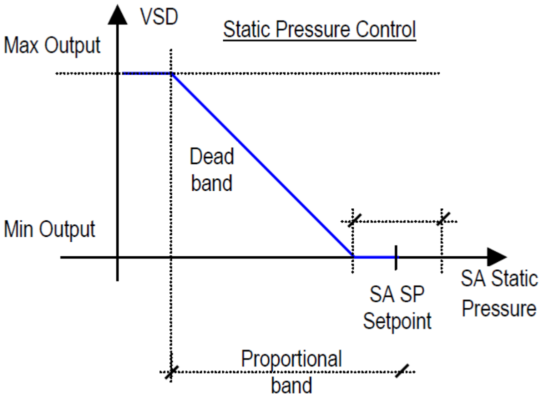
Temperature setpoint အတွက် default PID parameter များမှာ

- Default setpoint သည် 100 Pa ဖြစ်သည်။
- Minimum supply air static pressure သည် control PID loop အတွက် reference input ဖြစ်သည်။ Sensor range သည် 0~1250 Pa ဖြစ်သည်။
- Proportional band ၏ default value သည် 100 Pa ဖြစ်သည်။
- Dead band ၏ default value သည် 10 Pa ဖြစ်သည်။

Integral ၏ default value သည် 60 second ဖြစ်ပြီး derivative constant default value မှာ 0 sec ဖြစ်သည်။ (တစ်နည်းအားဖြင့် PI control သာဖြစ်သည်။)



ပုံ ၃-၅၅ VSD control



ပုံ ၃-၅၆ Static Pressure Control

-End-