Chapter - 4

Heat Storage and Diversity Factors

Cooling load တွက်သည့်အခါ အဖြေမှန်ထက် ပိုများသည့်အမှား(overestimating)နှင့် ပိုနည်းသည့်အမှား (underestimating)ဟူ၍ အမှားနှစ်မျိုး ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ အမှားပိုများခြင်းကြောင့် လိုအပ်သည်ထက် ပိုကြီးသည့် equipment များကို ရွေးချယ်မိလိမ့်မည်။ ပိုနည်းခြင်း အမှားကြောင့် လိုအပ်သည်ထက် ပိုသေးငယ်သည့် equipment များကို ရွေးချယ်မိလိမ့်မည်။

ပိုများခြင်းအမှား(overestimating)သည် အနည်းငယ်လက်ခံနိုင်သည့်အမှားမျိုး ဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ပိုများခြင်း အမှားနှင့် ပိုနည်းခြင်းအမှားတို့အနက် ပိုများခြင်း အမှားကြောင့် ဖြေရှင်းရမည့် ပြဿနာ နည်းပါးလေ့ရှိသည်။ Cooling system လိုအပ်သည်ထက် ပိုကြီးသည့်(oversized) equipment ကြောင့် အခန်းအပူချိန် နိမ့်ကျခြင်း ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မည်။ စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု ပိုများခြင်း ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မည်။

သုတေသန လေ့လာတွေ့ရှိချက်များအရ မူလဒီဇိုင်း(original design)ထက် လက်တွေ့အခြေအနေတွင် အမှန်တကယ်ဖြစ်ပေါ်မည့်(actual) cooling load ပမာဏ ပိုနည်းခြင်းကို ဖြစ်စေသည့် အကြောင်းများ(reasons)မှာ

(၁) အဆောက်အဦထုထည်များမှ အပူများ စုပ်ယူသိမ်းဆည်းထားခြင်း(storage of heat in the building structure.)

(၂) အခန်းတစ်ခန်းချင်းစီသည် တစ်ပြိုင်နက် peak load မဖြစ်ပေါ်ခြင်း(Non-simultaneous occurrence of the peak of the individual loads)။ ထိုသို့ peak load တစ်ပြိုင်နက်မဖြစ်ပေါ်ခြင်းကို diversity ဟု ခေါ်သည်။

(၃) တစ်ခါတစ်ရံ အပူချိန်မတူညီသည့်လေများ အလွှာလိုက်၊ အထပ်လိုက်ဖြစ်ခြင်း(Stratification of heat, in some cases.)

Cooling load တွက်ရာတွင် မှန်ကန်သည့် ဒေတာ(data)များ ရှာဖွေခြင်း၊ စုဆောင်းခြင်းနှင့် တွက်နည်း (procedure)များ ပါဝင်သည်။

အမှန်တကယ်ဖြစ်ပေါ်မည့်(actual) cooling load သည် peak total instantaneous heat gain ထက် များစွာ ပိုနည်းသည်။ ထို့ကြောင့် cooling load နှင့် ကိုက်ညီပြီး သေးငယ်သည့် equipment များ တပ်ဆင်လျှင် လေထုထည်စီးနှုန်း(air volume rate)နှင့် chilled water စီးနှုန်းကို cooling load နှင့် ကိုက်ညီအောင် လျှော့ချ

နိုင်သည်။ System တစ်ခုလုံးအနေဖြင့် ခြုံကြည့်(overall)လျှင် အရွယ်အစား သေးငယ်လိမ့်မည်။ အမှန်တကယ် ဖြစ်ပေါ်မည့် cooling load နှင့် ရွေးချယ်လိုက်သည့် equipment တို့ ကိုက်ညီရန် လိုအပ်သည်။ ထိုသို့ ကိုက်ညီနေပါက control လုပ်ရခက်ခဲခြင်း၊ စွမ်းအင်သုံးစွဲမှုများခြင်း စသည့်ပြဿနာများကို ရှောင်လွှဲနိုင်သည်။ Efficiency ပိုကောင်းသည့် operating system ကောင်းတစ်ခု ဖြစ်လိမ့်မည်။

အထပ်မြင့်အဆောက်အဦ(multi-story)များ၊ အခန်းများစွာရှိသည့် နေရာများ(multi-room application) များတွင် ပြင်လွယ်၊ ပြောင်းလွယ်လုပ်နိုင်စွမ်း(flexibility) ပိုကောင်းအောင် ပြုလုပ်ကြသည်။ Air side သို့မဟုတ် room load အတွက် individual room control ၊ load pickup စသည်တို့ကို ထည့်သွင်းတွက်ချက်သင့်သည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် air side သို့မဟုတ် room load များတွင် နံရံများနှင့် ခေါင်မိုးများတွင် အပူသိုလှောင်ထားခြင်း(storage)နှင့် diversity တို့ကြောင့် overall refrigeration capacity သို့မဟုတ် building load လျော့နည်းခြင်း ဖြစ်ပေါ်သည်။

၄.၁ The Importance of Heating & Cooling Load Calculations

မှန်ကန်စွာ တွက်ချက်ခြင်းသည် အလွန်အရေးကြီးသည့် ကိစ္စဖြစ်သည်။ မှန်ကန်စွာတွက်ချက်ခြင်းကို air conditioning နှင့် ပတ်သက်သည့် လုပ်ငန်းများအားလုံး၏ အစဟု ဆိုနိုင်သည်။ အစ၏ ကောင်းခြင်းကြောင့် ပြဿနာများစွာ အလိုအလျောက် ဖြေရှင်းပြီးသား ဖြစ်သည်။ Cooling load တွက်ချက်မှု မှန်ကန်ခြင်းသည် အစ၏ ကောင်းခြင်းဖြစ်သည်။ တပ်ဆင်မှု(installation) မှန်ကန်ခြင်းသည် အလယ်၏ကောင်းခြင်း ဖြစ်သည်။ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှု(maintenance) ကောင်းခြင်းသည် အဆုံး၏ ကောင်းခြင်းဖြစ်သည်။ အစ၊ အလယ်၊ အဆုံး (၃)ပါးလုံး ကောင်းမွန် မှန်ကန်ခြင်းကြောင့် မည်သည့် ပြဿနာမျှ မဖြစ်ပေါ်လာနိုင်ပေ။

Cooling load တွက်ပြီးသည့်နောက် supply air temperature နှင့် Supply air flow rate ကို တွက်ပေးရန် လိုအပ်သည်။ supply air temperature နှင့် flow rate ကို တွက်ရာတွင် တစ်ကြိမ်မက တွက်ရသည့်အခါများ ရှိနိုင်သည်။ Cooling load တွက်ချက်ခြင်း မမှန်ကန်ပါက supply air temperature နှင့် flow rate လည်း မှန်ကန်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။

၄.၁.၁ Too-Large System

Cooling load တွက်ရာတွင် over estimate လုပ်မိခြင်း သို့မဟုတ် over sized လုပ်မိခြင်းကြောင့် အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည့် ပြဿနာများ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

(၁) ပိုကြီးမားသည့် system မောင်းရသောကြောင့် စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု လိုအပ်သည်ထက် ပိုများသည်။

(၂) "Short-cycling ဖြစ်ပေါ်သည်။ turning itself on and off repeatedly and running for only a short time. တိုတောင်းသော အချိန်အတွင်း equipment များ မကြာခဏ မောင်းခြင်း၊ ရပ်တန့်ခြင်း အကြိမ်များစွာ ဖြစ်ပေါ်ခြင်း ကို short cycling ဖြစ်သည်ဟု ခေါ်ဆိုလေ့ရှိသည်။

(၃) Duct work အတွင်း လေများစွာ ဖြတ်သန်းရသောကြောင့် လည်းကောင်း၊ စက်သံများကြောင့် လည်းကောင်း ဆူညံသံ များစွာထွက်ပေါ် လာနိုင်သည်။

(၄) အပူချိန် မြင့်တက်ခြင်း၊ ကျဆင်းခြင်း(creating large temperature swings) မကြာခဏ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ စိုထိုင်းဆ ထိန်းချုပ်ရန် ခက်ခဲသည်။

(၅) System ၌ ပွန်းတီးခြင်း၊ တိုက်စားမှုများခြင်း(wear and tear) ပိုဖြစ်နိုင်သည်။

(၆) Humidity control လုပ်ရန် ခက်ခဲသည်။ equipment များ မောင်းချိန်သည် ရပ်နားချိန်ထက် ပိုများသောကြောင့် dehumitification မလုပ်နိုင်ခြင်း ဖြစ်သည်။ AHU ၏ cooling coil များတွင် sensible cooling သာ ဖြစ်ပေါ်ပြီး dehumitification မဖြစ်ပေါ်နိုင် သောကြောင့် RH control လုပ်ရန် ခက်ခဲသည်။

၄.၁.၂ Too-Small System

Cooling load တွက်ရာတွင် under estimate လုပ်မိခြင်း၊ under sized လုပ်မိခြင်းကြောင့် အောက်ပါ ပြဿနာများ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

အမြဲတမ်း အဆက်မပြတ် မောင်းနေရသောကြောင့်(runs continuously) comfort level ရရှိရန် ခက်ခဲသည်။ အထူးသဖြင့် ရာသီဥတု ပြင်းထန်သည့်အချိန်(extreme weather)များ၌၊ နွေရာသီ အလွန်ပူအိုက်သည့် အခါများ၌ လုံလောက်သည့်အအေးဓာတ် သို့မဟုတ် လိုအပ်သည့် အပူချိန်ကျဆင်းမှုရရှိရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ တပ်ဆင် ထားသည့် equipment များ၏ copacity မလုံလောက်မှုကြောင့် တခြားသော portable equipment များကို ထည့်သွင်းအသုံးပြုရသည်။ ထို့ကြောင့် ကုန်ကျစရိတ် ပိုများနိုင်သည်။

ချို့ယွင်းမှုများ(malfunction) ဖြစ်နိုင်သည်။ အမြဲတမ်း မောင်းနေရသောကြောင့်(runs continuously) ပြုပြင်စရိတ် ပိုများနိုင်သည်။ humidity control ပိုကောင်းသည်။ မနိုင်ဝန်ထမ်းရသကဲ့သို့ဖြစ်ကာ အချိန်မတိုင်မီ ပျက်စီး တတ်သည်။

၄.၁.၃ Correctly Sized System

တိကျမှန်ကန်စွာ တွက်ချက်ပြီး သင့်လျော်ကိုက်ညီသည့် equipment ကြောင့် ရရှိနိုင်သည့် အကျိုး ကျေးဇူးများမှာ -

(၁) မကြီးလွန်း၊ မသေးလွန်းသောကြောင့် optimal efficiency ဖြင့် မောင်းနိုင်သည်။ စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု နည်းသည်။

(၂) Indoor temperature နှင့် overall comfort level တည်ငြိမ်နေအောင်၊ တစ်သမတ်တည်း ဖြစ်အောင် (consistent) ထိန်းထားနိုင်သည်။

(၃) Humidity control ကောင်းစွာ လုပ်နိုင်သောကြောင့် သက်သောင့်သက်သာဖြစ်သည်။ မှိုများနှင့် ဖားဥစွဲခြင်း ပြဿနာများ(mold or mildew problems) မဖြစ်ပေါ်ပေ။

(၄) ဆူညံမှု(excessive noise) နည်းသည်။ short cycle မဖြစ်ပေါ်ပေ။ မနိုင်ဝန်ထမ်းရခြင်း(over work) မဖြစ်ပေါ်ပေ။ ထို့ကြောင့် သက်တမ်းကြာရှည်စွာ အသုံးပြုနိုင်သည်။

၄.၂ Storage of Heat in Building

၄.၂.၁. Stuctures

ပုံမှန်(typical) comfort application များအတွက် instantaneous heat gain များတွင် နေရောင်(sun)၊ မီးလုံး၊မီးချောင်း(lights)၊ လူ(people)မှ ထွက်လာသည့် အပူများ၊ နံရံများ(walls)၊ ခေါင်မိုး(roof)နှင့် မှန်(glass) များကို ဖြတ်၍(transmission thru) ဝင်ရောက်လာသည့်အပူများ၊ infiltration and ventilation air မှ ဖြစ်ပေါ်လာသည့် အပူများ၊ တစ်ခါတစ်ရံ စက်ပစ္စည်းများ(machinery)၊ ကိရိယာများ(appliances)၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားသုံးစက်များ (electric calculating machines) ထွက်လာသည့် အပူများ ပါဝင်ကြသည်။ Instantaneous heat gain ၏ ရာခိုင်နှုန်းခပ်များများ(large portion)သည် radiant heat ဖြစ်သည်။ ထို instantaneous radiant heat gain များသည် cooling load အဖြစ်သို့ ချက်ချင်း မပြောင်းလဲပေ။

Equipment များမှ မာကြောသည့် မျက်နှာပြင်(solid surface)ကို အပူများ ထိရိုက်သည့်အခါ မျက်နှာပြင်က အပူကို စုပ်ယူ(absorbed by this surface)လိုက်သောကြောင့် instantaneous radiant heat gain များသည် cooling load အဖြစ်သို့ ချက်ချင်း မပြောင်းလဲခြင်း ဖြစ်သည်။ Instantaneous heat gain အမျိုးမျိုးသည် radiant heat နှင့် convected heat စသည့်ဖြင့် နှစ်မျိုးကွဲပြားသည်။ Convected heat များသာ cooling load အဖြစ်သို့ ချက်ချင်းပြောင်းလဲသည်။

Radiant heat နှင့် convected heat တို့ ပမာဏအသီးသီး(breakdown)မှာ ခန့်မှန်းခြေအားဖြင့် (approximately) အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်သည်။ တစ်မျိုးချင်းစီ၏ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည့် ရာခိုင်နှုန်းများကို အကြမ်းဖျဉ်း သိထားသောကြောင့် မည်သည့် အမျိုးအစားကို ဦးစားပေး တွက်ရမည်။ မည်သည့် အမျိုးအစားကို လျစ်လျူရှုနိုင်သည် စသည့် ဆုံးဖြတ်ချက်များကို အလွယ်တကူ ချမှတ်နိုင်သည်။

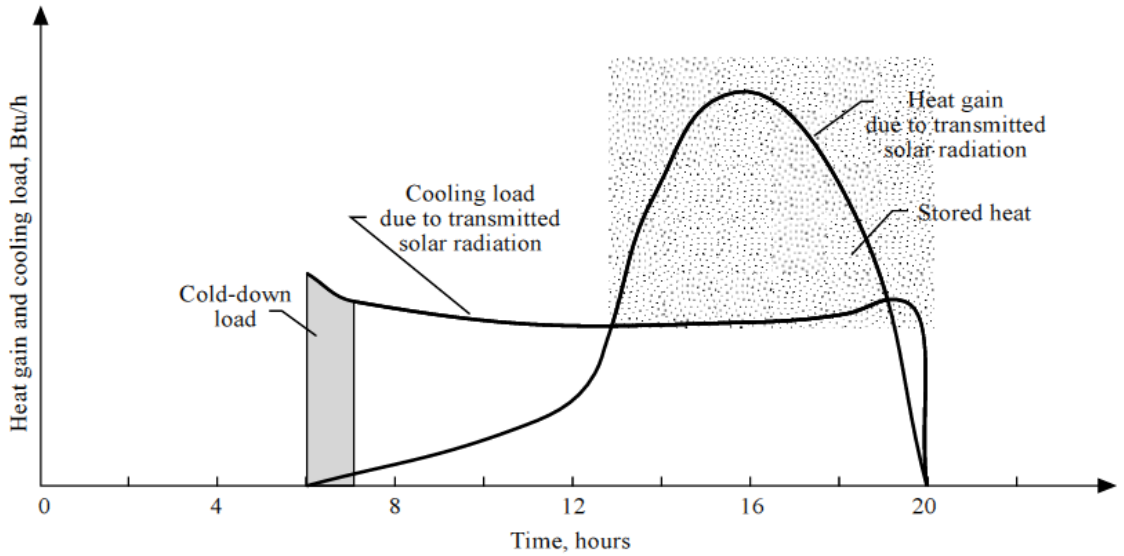
Tabel 4-1 Radiant heat and convected heat

Heat Gain Source	Radiant Heat	Convective Heat
Solar, without inside	100%	-
Blinds Solar, with inside blinds	58%	42%
Fluorescent Lights	50%	50%
Incandescent Lights	80%	20%
People*	40%	20%
Transmission†	60%	40%
Infiltration and Ventilation	-	100%
Machinery or	20-80%	80-20%
Appliances‡		

*The remaining 40% is dissipated as latent load.

†Transmission load ကို 100% convective load အဖြစ် ယူဆနိုင်သည်။ ထို convective load သည် total load ၏ သေးငယ်သည့် အစိတ်အပိုင်း(small part)မျှသာ ဖြစ်သည်။ ရိုးရှင်းလွယ်ကူစေရန်(simplicity)အတွက် equipment ၏ instantaneous load အဖြစ် ယူဆ တွက်ချက်သည်။

‡ machinery နှင့် appliances များမှ load များ ကွာခြားနိုင်သည်။ မျက်နှာပြင်အပူချိန်(temperature of the surface) အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ မျက်နှာပြင်အပူချိန် ပိုမြင့်(higher the surface temperature)လေ radiant heat load ပိုများလေ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၄-၁ Heat gain and cooling load curves.

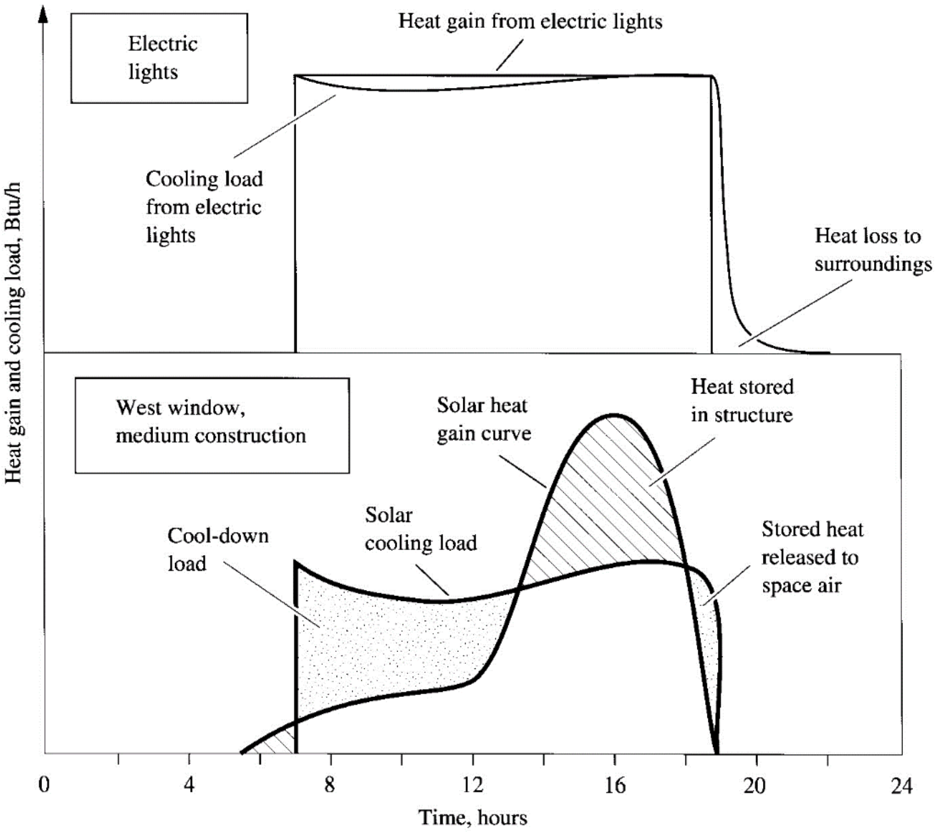
၄.၃ Constant Space Temperature and Equipment Operating Periods

Radiant heat များသည် စားပွဲ၊ နံရံများ(walls)၊ ကြမ်းပြင်(floor)၊ မျက်နှာကြက်(ceiling) စသည် မာကြောသည့် မျက်နှာပြင်(solid surface)များကို ရိုက်ခတ်(strikes)သည့်အခါ ထိုမျက်နှာပြင်များသည် အပူကို စုပ်ယူ (absorbed)ပြီး မျက်နှာပြင်အပူချိန်မြင့်တက်(raising the temperature at the surface of the material)လာသည်။

အပူသိုလှောင်ထားသည့်အရာများ(material)နှင့် ထိုမျက်နှာပြင်အနီးရှိလေ(air adjacent to the surface) အပူချိန်ခြားနားချက်(temperaturedifference)ကြောင့် အပူစီးဆင်းမှု(heat flow) ဖြစ်ပေါ်သည်။ အရာဝတ္ထု (material)မှ အပူများသည် လေထဲသို့ convection နည်းဖြင့် ကူးပြောင်းသွားသည်။ ပူနေသည့်မျက်နှာပြင်မှ အပူများသည် အရာဝတ္ထုအတွင်းပိုင်းသို့ အပူလျောက်ကူးသွား(conduct ဖြစ်သွား)သည်။ အရာဝတ္ထုအတွင်းပိုင်း၌ အပူများကို သိမ်းဆည်းထားသည်။

မျက်နှာပြင်မှ convection နည်းဖြင့်စီးဆင်းသည့် အပူများ(heat convected from the surface)သည် ချက်ချင်း instantaneous cooling load အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲသွားသည်။ Radiant heat မှ တချို့တစ်ဝက်(portion)ကို သိမ်းဆည်းထား(being stored)သည်။ အရာဝတ္ထုများဆီသို့ စီးဆင်းသွားမည့် အပူပမာဏသည် အပူခုခံမှု(resistance to heat flow into the material)နှင့် လေလွှာဆီသို့ စီးဆင်းသွားမည့် အပူခုခံထားမှု(resistance to heat flow into the air film) အချိုး(ratio) အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

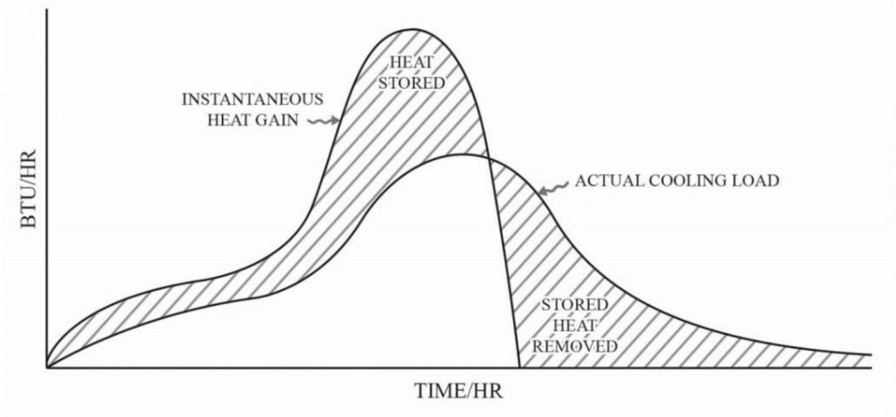
ဆောက်လုပ်ရေးပစ္စည်း(construction materials) အများစု၏ အပူစီးဆင်းမှု ခုခံအားသည် လေလွှာ၏ အပူ စီးဆင်းမှု ခုခံအားထက် ပိုနည်းသည်။ (resistance to heat flow into the material is much lower than the air resistance)။ ထို့ကြောင့် radiant heat အများစုသည် သိမ်းဆည်းခံရ(stored)သကဲ့သို့ ဖြစ်သွားသည်။ Radiant heat စုပ်ယူခြင်းသည် အဆက်မပြတ်ဖြစ်ပေါ်(process of absorbing)နေသည်။



ပုံ ၄-၂ Solar heat gain and heat gain from electric lights and the corresponding space cooling loads

for a night shutdown air system.

အရာဝတ္ထုများ ပူနွေး(material becomes warmer)လာသည့်အခါ အပူစုပ်ယူ သိုလှောင် နိုင်စွမ်း ကျဆင်း(less capable of storing more heat)လာသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် အရာဝတ္ထုများ၏ အပူချိန် မြင့်တက်လာသည့်အခါ အပူစုပ်ယူနိုင်စွမ်း ကျဆင်းသွားသည်။



ပုံ ၄-၃ Actual cooling load, solar heat gain, west exposure, average construction

Heat gain အတက်အကျအလွန်များခြင်း(highly varying)ကြောင့် sharp peak ဖြစ်ပေါ်(relatively sharp peak of the instantaneous solar heat gain)သည်။ Peak solar heat gain ဖြစ်ပေါ်ချိန်တွင် အပူ တော်တော်များများကို သိမ်းဆည်းထားသည်။ ထိုသို့ဖြစ်ပေါ်ပုံကို ပုံ(၄-၃)တွင် ဖော်ပြထားသည်။

ပုံ(၄-၃)မှ အပေါ်ပိုင်းမျဉ်းကွေး(upper curve)သည် အနောက်ဘက်ကို မျက်နှာမူသည့် နံရံ(west exposure)တွင် ဖြစ်ပေါ်နေကြ(typical) solar heat gain ဖြစ်သည်။ အောက်ပိုင်းမျဉ်းကွေး(lower curve)သည် အသုံးပြုနေကြ ပစ္စည်းများဖြင့် ဆောက်လုပ်ထားသည့် အဆောက်အဦ(average construction application) အတွက် actual cooling load ဖြစ်သည်။ အခန်းအပူချိန်(space temperature) မပြောင်းလဲ(constant)သည့် အခြေအနေ အတွက်ဖြစ်သည်။

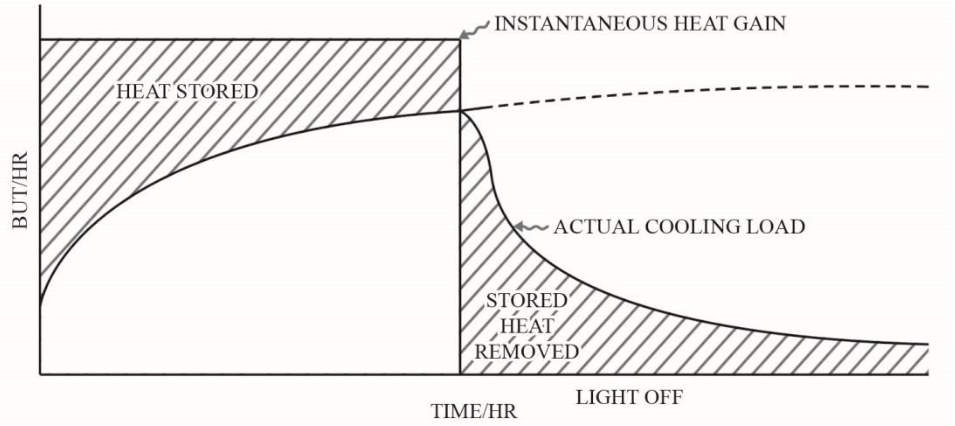
အကြမ်းအားဖြင့် peak heat gain လျော့နည်းခြင်း(reduction)သည် 40% ခန့် ဖြစ်သည်။ Peak load မှ အချိန်နောက်ကျခြင်းသည် တစ်နာရီခန့်(lags the peak heat gain by approximately 1 hour) ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၃)တွင် ခြစ်ထားသည့်ဧရိယာ(cross-hatched areas)သည် သိမ်းဆည်းထားသည့် အပူ(heat stored) နှင့် ဆောက်လုပ်ထားသည့်ပစ္စည်းများမှ သိမ်းဆည်းထားသည့် အပူများကိုစုပ်ယူလိုက်(stored heat removed from the construction)ခြင်း ဖြစ်သည်။

အချိန်နောက်ကျမှု ရှိသည် ဖြစ်စေ၊ မရှိသည်ဖြစ်စေ အခန်းအတွင်းသို့ ဝင်ရောက်လာသည့် အပူများ အားလုံးကို ဖယ်ထုတ်ပစ်ရမည်။ (Since all of the heat coming into a space must be removed)။ သို့သော် ဖယ်ထုတ်ပစ်ရမည့် အပူပမာဏစုစုပေါင်း တူညီသော်လည်း အများဆုံး ဖယ်ထုတ်ပစ်ရမည့် အပူပမာဏနှင့် ဖြစ်ပေါ်ချိန် ကွဲပြားသည်။ အလိုရှိသည့်အပူချိန်တွင် ထိန်းထားရန်အတွက် ဝင်လာသည့်အပူနှင့် ဖယ်ထုတ်ရမည့် အပူပမာဏတို့ တူညီရမည်။ ဧရိယာနှစ်ခု(two areas are equal) တူညီရမည်။

မီးလုံး၊ မီးချောင်း(lighting)ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် cooling load ပမာဏသည် ပြောင်းလဲမှု မရှိသလောက်(relatively constant) နည်းသည်။ မီးများ ဖွင့်လိုက်ပြီးသည့်(lights are turned on)နောက် မီးကို အချိန်ကြာမြင့်စွာ ထွန်းထားလျှင် လေနှင့် အခန်းမှစုပ်ယူသိုလှောင်ထားသည့် အပူပမာဏ နည်းသွားလေဖြစ်သည်။ (with a decreasing amount being stored the longer the lights are on, as illustrated in.) ပုံ(၄-၄) တွင် ဂရပ်ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။

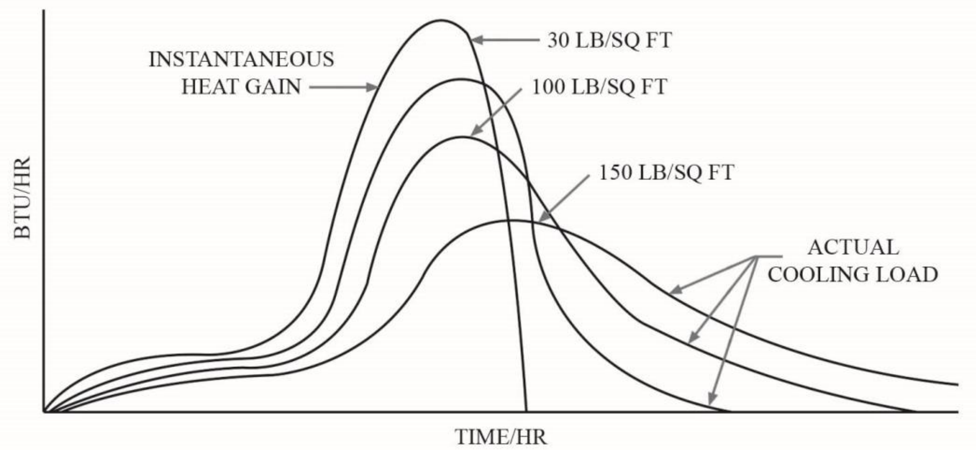
ပုံ(၄-၄)တွင် အပေါ်ပိုင်း မျဉ်းကွေး(upper curve)သည် မီးချောင်း(fluorescent light)များကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် instantaneous heat gain ဖြစ်သည်။ အောက်ပိုင်း မျဉ်းကွေး(lower curves)သည် actual cooling load ဖြစ်သည်။ အခန်းအပူချိန် မပြောင်းလဲ(constant space temperature)ဟု ယူဆသည်။ ခြစ်ထားသည့် ဧရိယာ (cross-hatched areas)သည် ဖယ်ထုတ်ရမည့် heat stored ဖြစ်သည်။ မျဉ်းပြတ်(dotted line)များသည် actual cooling load ဖြစ်သည်။



ပုံ ၄-၄ Actual cooling load from fluorescent lights, average construction

ပုံ(၄-၃) နှင့် ပုံ(၄-၄) သာမန် အဆောက်အဦ(average construction)တွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် instantaneous heat gainနှင့် actual cooling loadတို့ ဆက်စပ်နေပုံ(relationship)ကို ဖော်ပြထားသည်။ ပေါ့ပါးသည့်အဆောက်အဦ (light construction)ဖြစ်လျှင် အပူ(heat)အနည်းငယ်သာ သိမ်းဆည်းထားနိုင်သည်။ သိုလှောင် နိုင်သည့်အပူပမာဏ နည်းသည်။ ၄င်းသည် Peak load ဖြစ်ပေါ်ချိန်တွင် အပူသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း(storage capacity) နည်းသည်ဟု ဆိုလိုသည်။ ထုထဲသိပ်သည်းသည့် အဆောက်အဦ(heavy construction)ဖြစ်လျှင် အပူ(heat) ပမာဏများစွာကို သိုလှောင်သိမ်းဆည်း ထားနိုင်သည်။ ၄င်းသည် Peak load ဖြစ်ပေါ်သည့်အချိန်၌ အပူသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း(storage capacity) ပိုများသည်၊ အချိန် ပိုနောက်ကျသည်ဟု ဆိုလိုသည်။

အရွယ်အစားတူညီလျှင် ထုထဲ၍ ထုထည်ကြီးမားအောင် ဆောက်လုပ်ထားသည့် အဆောက်အဦများ၏ cooling load သည် ပါးလျပေါ့ပါးသည့် အဆောက်အဦများ၏ cooling load ထက် ပိုနည်းသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ထုထည်ကြီးမားသည့် အဆောက်အဦများသည် ရာသီဥတု ဒဏ်ခံနိုင်သည်။

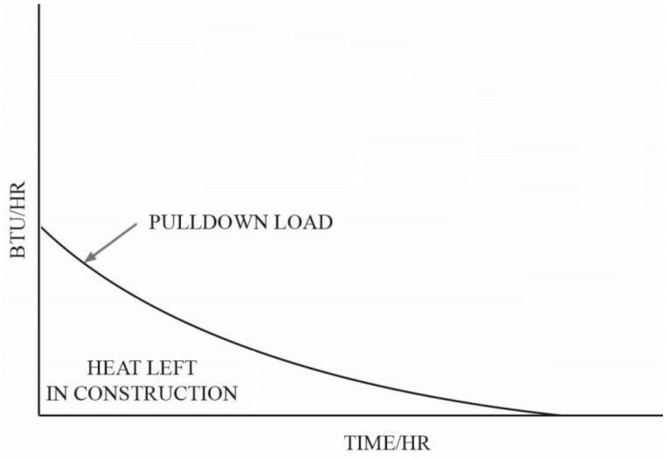


ပုံ ၄-၅ Actual cooling load, solar heat gain, light, medium and heavy construction

ပုံ(၄-၅)တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း ပေ့ါပါးသည့် အဆောက်အဦမျိုးဖြစ်လျှင် ဇုန်များ ခွဲခြားခြင်း ပြုလုပ်သည့်အခါ အထူးသတိပြုရန် လိုသည်။ (lighter the building construction, the more attention should be given to zoning.)။ အဆောက်အဦသေးငယ်လေ သို့မဟုတ် ထုထည်သေး လေ၊ ဇုန်များ ခွဲရာတွင် ပို၍ဂရုစိုက်ရန် လိုအပ်လေ ဖြစ်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ထုထည်သေးသည့် အဆောက်အဦ သို့မဟုတ် အခန်းသည် အပူ သိုလှောင်နိုင်စွမ်း နည်းခြင်း၊ diversity နည်းခြင်းကြောင့် အမှားမခံ၊ အတိမ်းအစောင်း မခံပေ။ အတိအကျ တွက်ချက်ရန် လိုအပ်သည်။

ပုံ(၄-၅)မှ အပေါ်ဆုံးမျဉ်းကွေး(upper curve)သည် 30 LB/SQ FT ထုထည်ရှိသည့် အဆောက်အဦ (ထုထည်ပေ့ါပါးသည့်)၏ instantaneous solar heat gain ဖြစ်သည်။ အောက်ပိုင်းရှိ မျဉ်းကွေး (၃)လိုင်း(three lower curves)သည် 100 LB/SQ FT နှင့် 150 LB/SQ FT ထုထည်ရှိသည့် အဆောက်အဦ တို့၏ အပူသိုလှောင်မှု(storage of heat) နှင့် time lag ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်မည့် actual cooling load ဖြစ်သည်။ အဆောက်အဦ၏ ထုထည်ကြီးမားလေ instantaneous solar heat gain နည်းလေ ဖြစ်သည်။ (အောက်ဆုံးလိုင်း 150 LB/SQ FT ထုထည်ရှိသည့် အဆောက်အဦသည် instantaneous solar heat gain အနည်းဆုံး ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၅)တွင် ပါးလျသည့် အဆောက်အဦ(light construction)၊ အသင့်အတင့်(medium construction)နှင့် ထုထည် ကြီးမားသည့် အဆောက်အဦ(heavy construction)များအတွက် heat gain ကို လိုင်း(curve)သုံးလိုင်း ဖြင့် ဖော်ပြထားသည်။ အခန်းအပူချိန်ကို ပုံသေထိန်းထားသည့်(constant temperature in the space)အတွက် အပူ သိုလှောင်မှု(storage of heat)ကို အဓိက လွှမ်းမိုးနိုင်သည့်အချက်(significantly affects) တစ်ခုမှာ air conditioning equipment များ မောင်းနေမည့် အချိန်နာရီ(operating period) ဖြစ်သည်။



ပုံ(၄-၆) Pulldonw load, solar heat gain, west exposure, 16-hour operation

ပုံ(၄-၃)၊ ပုံ(၄-၄)နှင့် ပုံ(၄-၅)တို့တွင် ဖော်ပြထားသည့် curve များအားလုံးသည် (၂၄)နာရီပတ်လုံး မောင်းနေသည့် air conditioning system များအတွက် actual cooling load ဖြစ်သည်။

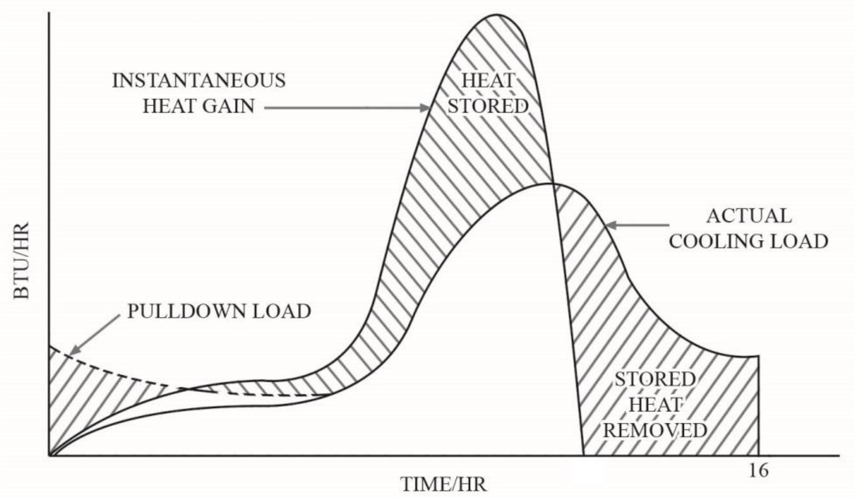
Equipment များကို (၁၆)နာရီကြာမောင်းပြီး(16 hours of operation)နောက် ရပ်နား(shut down) လိုက်လျှင် တချို့သော အပူများ(some of the stored heat)သည် building construction အတွင်း၌ ကျန်ရှိနေဆဲဖြစ်သည်။ ထိုအပူများကို နောက်တစ်နေ့ သို့မဟုတ် air conditioning system ပြန်မောင်းသည့် အခါတွင် ဖယ်ထုတ်ပစ်(heat must be removed)ရမည်။

Equipment များကို နောက်တစ်နေ့ ပြန်မောင်း(turned on the next day)သည့်အခါ ထိုဖယ်ထုတ်ပစ်ရမည့်အပူနှင့် တူညီသည့်ပမာဏ(heat in must equal heat out)သည် pulldown load ဖြစ်သည်။ ပုံ(၄-၆)တွင်

pulldown load ဖြစ်ပေါ်ပုံနှင့် ပမာဏကို ဖော်ပြထားသည်။ Pulldown load ကို နောက်တစ်နေ့ cooling load တွင် ထည့်ပေါင်းရသည်။

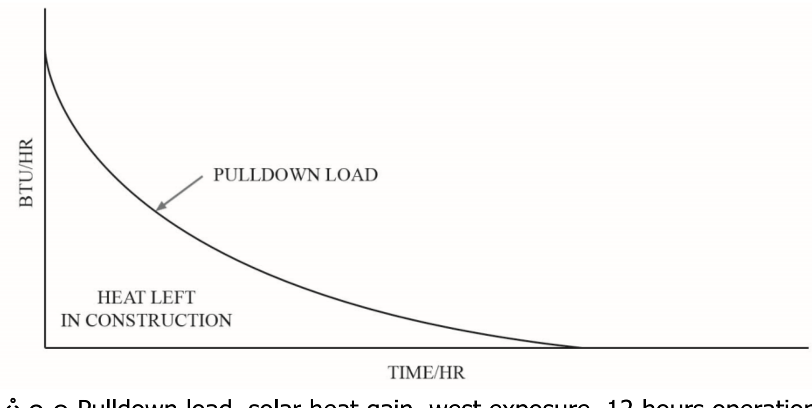
ပုံ(၄-၇)သည် တစ်နေ့ (၂၄)နာရီရှိသည့်အနက် (၁၆)နာရီမောင်းသည့် အဆောက်အဦ၏ cooling load ကို (cooling load for that day results in the actual cooling load for 16-hour operation)ကို ဖော်ပြထားသည့်ပုံ ဖြစ်သည်။

ပုံ(၄-၇)တွင် အပေါ်ပိုင်းမျဉ်းကွေး(upper curve)သည် instantaneous heat gain ဖြစ်သည်။ အောက်ပိုင်း မျဉ်းကွေး(lower curve)သည် actual cooling load ဖြစ်သည်။ ထိုနေ့တွင် air con equipment မောင်းနေချိန် (operating period)တွင် space အတွင်း၌ အပူပြောင်းလဲခြင်းမဖြစ်အောင် ထိန်းထားနိုင်(constant temperature maintained)သည်။ မျဉ်းဖြတ်(doted line)သည် ကျန်ရစ်ခဲ့သည့် အပူများ(heat left in the building construction) အတွက် ထပ်မံဖယ်ထုတ်(additional)ရမည့် cooling load ဖြစ်သည်။



ပုံ ၄-၇ Actual cooling load, solar heat gain, west exposure, 16-hour operation

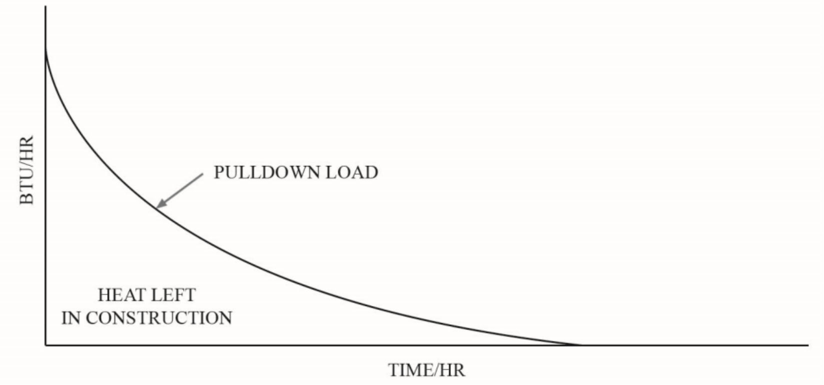
ရပ်နားထားစဉ်အချိန်(shutdown period)တွင် ညဘက်(night time) transmission load နှင့် သိမ်းဆည်း ထားသည့် အပူပမာဏ(stored heat) တို့ကြောင့် အခန်းအပူချိန် မြင့်တက်(temperature in the space rises) လာသည်။



ပုံ ၄-၈ Pulldown load, solar heat gain, west exposure, 12 hours operation

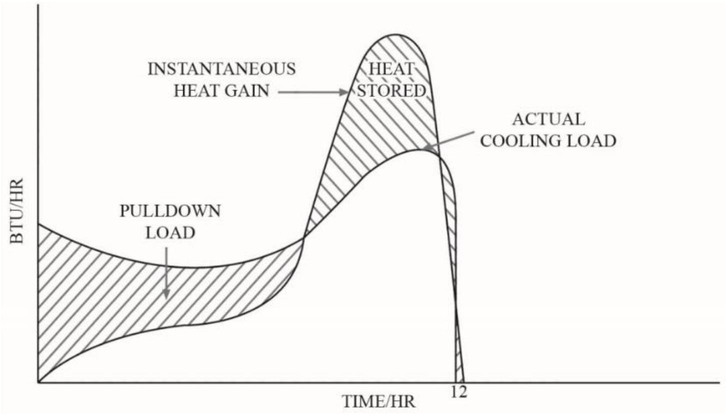
နောက်တစ်ကြိမ်(နောက်တစ်နေ့) air con ပြန်၍ စမောင်းသည့်အချိန်၌ ဖယ်ထုတ်ရမည့် ပမာဏကို pulldown load ဟုခေါ်သည်။ Pulldown လုပ်နေစဉ် အချိန်ကို pulldown periods ဟု ခေါ်သည်။ အခန်းအပူချိန်ကို သတ်မှတ်ထားသည့် အပူချိန်သို့ ကျဆင်းသွားအောင်(brought back to the control point) ဆွဲချ(pulldown)

ပေးရသည်။ ထို့ကြောင့် ထိုသို့ပြုနေသည့်အချိန်ကို pulldown period ဟုခေါ်၍ ပြုလုပ်ရမည့် ပမာဏကို pulldown load ဟုခေါ်ဆိုခြင်း ဖြစ်သည်။



ပုံ ၄-၈ Pulldown load, solar heat gain, west exposure, 12 hours operation

မောင်းချိန်နည်းသော(shorter periods of operation)ကြောင့် pulldown load ပိုများလာသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် air conditioning system ရပ်နားထားချိန်တွင် ဝင်ရောက်လာသည့် အပူများစွာကို အခန်းမှ စုစည်းသိုလှောင် သိမ်းဆည်းထားသောကြောင့်ဖြစ်သည်။ (more stored heat is left in the building construction when the equipment is shut off.) ပုံ(၄-၈)တွင် pulldown load ကို ဖော်ပြထားသည်။ 12-hour operation ၏ pulldown load ကို cooling load ထဲသို့ ပေါင်းထည့်ထားသည်။ Actual cooling load 12-hour operation (၁၂)နာရီသာ မောင်းမည့် air conditioning system ၏ actual cooling load ၊ solar heat gain ကို ပုံ(၄-၉)တွင် ဖော်ပြထားသည်။

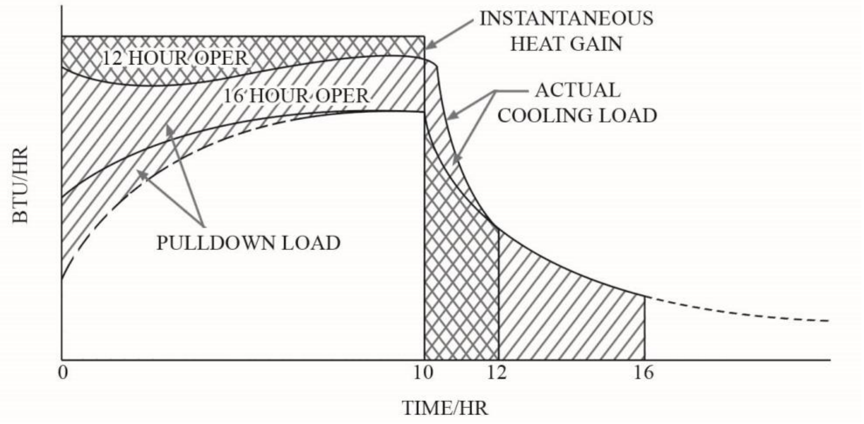


ပုံ ၄-၉ Actual cooling load, solar heat gain, west exposure, 12 hour operation

အပေါ်ပိုင်းမျဉ်းကွေး(upper) instantaneous heat gain ဖြစ်သည်။ အောက်ပိုင်းမျဉ်းကွေး(lower solid curve)များသည် သာမန်အဆောက်အဦ(average construction space)၏ actual cooling load ဖြစ်သည်။

Air conditioining system မောင်းနေချိန်တွင် အခန်းအပူချိန် မပြောင်းလဲအောင်ထိန်းထား(constant temperature maintained during the operating period)သည်။ ခြစ်ထားသည့်နေရာ(cross-hatched areas) သည် heat Stored and the Stored Heat Removed from the construction ကို ဖော်ပြသည်။

ပုံ(၄-၁၀)တွင် မီးချောင်းများ(fluorescent)မှ ဖြစ်ပေါ်လာသည့် light load ကို ဖော်ပြထားသည်။ အသုံးပြုချိန် (၁၂)နာရီမှ (၁၆)နာရီခန့်(12-and 16-hour operation) ဖြစ်သည်။ တွက်နည်းများအားလုံးအတွက် indoor design tamperature သည် မပြောင်းလဲပေ။ Constant Space Temperature ဖြစ်သည်။ မီးထွန်းချိန် (၁၀)နာရီခန့် ဖြစ်သည် (assuming 10-hour operation of lights)ဟု ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၄-၁၀ Actual cooling load from fluorescent lights, 12 and 16 hour operation

၄.၄ Precooling as a Means of Increasing Storage

အချို့သောအခန်းများ သို့မဟုတ် အဆောက်အဦများကို precooling ပြုလုပ်ကြသည်။ Precooling ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် အပူသိုလှောင်မှု ပိုများလာသည်။ Precooling ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် သိုလှောင်ထားသည့် အပူပမာဏ (storage of heat)ပိုများ လာသည်။ Peak load ဖြစ်ပေါ်သည့်အချိန်တွင် precooling temperature ကို control point တွင် ထိန်းထားနိုင်အောင် ဒီဇိုင်းလုပ်သင့်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် အပူချိန်မြင့်ခြင်း၊နိမ်းခြင်း ဖြစ်နိုင်ခြေ (potential temperature swing) ပိုများသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ သိုလှောင်သည့် အပူပမာဏ(amount of heat) ပိုများလာသည်။

Peak load ဖြစ်ပေါ်သည့်အချိန် space ကို နိမ့်သည့် အပူချိန်သို့ရောက်အောင် precool ပြုလုပ်(precooled to a lower temperature)ထားပြီး လူများရောက်ရှိလာသည့်အချိန်တွင် သတ်မှတ်ထားသည့် အပူချိန်ပြောင်း(control point is reset upward to a comfortable condition when the occupants arrive) ခြင်း ဖြင့် အပူသိုလှောင်မှု ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မဟုတ်ပေ။ (no additional storage occurs)။ ထိုကဲ့သို့အခြေအနေမျိုးတွင် cooling unit ကို ရပ်နားထား(shuts of)၍ period of warming up လုပ်နေချိန်တွင် cooling မပြုလုပ်ပါ။

Precooling လုပ်ခြင်းသည် cooling load ပမာဏ လျှော့ချရာတွင် အလွန်အသုံးဝင်သည့်နည်း ဖြစ်သည်။ ဘုရားကျောင်း(churches) ၊ စူပါမတ်ကက်(supermarkets) ၊ သီရေတာ(theater) စသည့် အဆောက်အဦများတွင် precooled temperature ကို control point တွင် ထိန်းထား(maintained)နိုင်သည့်အခါ အပူချိန်အနိမ့်အမြင့် ပြောင်းလဲခြင်း(temperature swing) 8˚F မှ 10˚F အထိ မြင့်တက်သွားသည်။

၄.၅ Diversity of Cooling Loads

Cooling load diversity ဖြစ်ခြင်း(diversity of cooling load)သည် ဒီဇိုင်းနေ့(design day)တွင် အမြင့်ဆုံး (peak) cooling load များ တစ်ပြိုင်နက် မဖြစ်ပေါ်ခြင်း(non-occurrence)ဖြစ်သည်။

Diversity factor ထည့်သွင်း တွက်ချက်ရန် လိုသည်။ Large air conditioning system များတွင် refrigeration capacity အတွက် diversity factor ကို ထည့်တွက်သည်။ Diversity factor များသည် နေရာ (location)၊ အမျိုးအစား(type)၊ အရွယ်အစား(size) တို့ကို လိုက်၍ ပြောင်းလဲနေသည်။

Diversity factor ကို ဆုံးဖြတ်ရန်အတွက် အင်ဂျင်နီယာတစ်ယောက်၏ အတွေ့အကြုံ၊ ချိန်ဆနိုင်မှု၊ အဆောက်အဦ တည်ဆောက်ထားပုံကို နားလည်သဘောပေါက်မှုအပေါ်တွင် (based entirely on the judgment of the engineer) မူတည်သည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် diversity factor သည် လူများ(people)နှင့် မီးလုံးမီးချောင်းများ(lighting) ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် load အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ ကြီးမားသည့် ရုံးခန်းအဆောက်အဦများ(large multi-story office)၊ ဟိုတယ်(hotel)များ၊ နှင့် လူနေတိုက်ခန်း(apartment building)များတွင် lighting diversity factor ဖြစ်နိုင်ခြေ (possibility)အလွန်နည်းသည်။

ကြီးမားသည့် ရုံးခန်းအဆောက်အဦများ(large multi-story office)တွင် peak load ဖြစ်ပေါ်နေသည့် အချိန်တွင် လူများအားလုံး အဆောက်အဦတွင် ရှိနေခြင်း၊ မီးအားလုံး ထွန်းထားခြင်း (people present in the building and all of the lights operating) တို့ကြောင့် ဖြစ်သည်။

အမြဲတမ်း လူအားလုံး၊ ဝန်ထမ်းအားလုံး ရှိနေလိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။ ဝန်ထမ်းများ ကိစ္စတစ်ခုကြောင့် ပြင်ပတွင် ရောက်နေလိမ့်မည်။ မီးလုံးများ၊ မီးချောင်းများအားလုံး ထွန်းလင်းနေလိမ့်မည်မဟုတ်ပေ။ ဝန်ထမ်းများ ရုံးအတွင်း၌ ရှိမနေချိန်တွင် PC များ၊ laptop များ ပိတ်ထားလိမ့်မည်။ ထို့ကြောင့် people နှင့် light load များအတွက် diversity factor ကို ထည့်သွင်း တွက်ချက်ရန် လိုအပ်သည်။

Refrigeration equipment များ၏ အရွယ်အစား(size)ကို ရွေးချယ်(selecting)ရန်အတွက် diversity factor တန်ဖိုးကို ခန့်မှန်းသည့်အခါ အဆောက်အဦအရွယ်အစား(size of the building) နှင့် အင်ဂျင်နီယာ၏ ချိန်ဆမှု (engineer’s judgment) အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

ဥပမာ - လူတစ်ယောက်၊ နှစ်ယောက်သာရှိနေမည့် သေးငယ်သည့် ရုံးခန်း(single small office)၏ diversity factor သည် 1.0 ဖြစ်သည်။ လူ (၅၀)မှ (၁၀၀)ခန့် ရှိနိုင်သည့် အဆောက်အဦ၏ အထပ် တစ်ထပ်အတွက် ၅% မှ ၁၀% ခန့် လူများသည် peak load ဖြစ်ပေါ်သည့်အချိန်တွင် ထိုအထပ်တွင် ရှိနေလိမ့်မည် မဟုတ်(5% to 10% may be absent at the time of peak load)ဟု ခန့်မှန်းနိုင်သည်။ အထပ် (၂၀) သို့မဟုတ် (၃၀)ပါရှိသည့် အဆောက်အဦ အတွက် လူများသည် ၁၀% မှ ၂၀% ခန့်သည် peak load ဖြစ်ပေါ်ချိန်တွင် ရှိမနေနိုင်။ (20, 30 or 40-story building, 10% to 20% may be absent during the peak.)။ အရောင်းဝန်ထမ်းများသည် လုပ်ငန်းသဘာဝအရ ရုံးခန်းအပြင်ဘက်တွင် အလုပ်များကြသည်။ ထိုအရောင်း ဝန်ထမ်းများ ရှိနေမည့်ရုံးခန်း၌ အများစုသည် ရုံးခန်း အတွင်း၌ ရှိနေလိမ့်မည်မဟုတ်ပေ။

လူနေအခန်းများ(apartments)နှင့် ဟိုတယ်များ(hotels) များတွင်လည်း ဤသဘောတရား အကျုံးဝင်သည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် solar peak load ဖြစ်ပေါ်သည့်အချိန်တွင် လူအနည်းငယ်ခန့်သာ အခန်းအတွင်း၌ ရှိနေနိုင်သည်။ (time the solar and transmission loads are peaking) Lighting load သည် ထိုကဲ့သို့မဟုတ်ပေ။

ရုံးခန်းတွင် လူတစ်ဦး၊ နှစ်ဦး ရှိနေရုံမျှဖြင့် မီးလုံး၊ မီးချောင်းများ ထွန်းထားလိမ့်မည်။ PC load သည် ဝန်ထမ်း အရေအတွက် အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ လူနေအခန်းများ(apartments)နှင့် ဟိုတယ်များ(hotel)၏ diversity factor သည် ရုံးအဆောက်အဦများ(office buildings)ထက် ပိုများသည်။ ဟိုတယ်နှင့် လူနေအခန်းများ(apartment)တွင် လူများ မရှိသည့်အခိုက် မီးပိတ်ထားလိမ့်မည်။

Table 4-2 တွင် အသုံးပြုလေ့ရှိသည်(typical) diversity factor တချို့ကို ဖော်ပြထားသည်။ အတွေ့ အကြုံကောင်းများနှင့် တွဲဖက်၍ ချင့်ချင့်ချိန်ချိန်(judgment and experience) အသုံးပြုရန် တိုက်တွန်းလိုသည်။

Table 4-2 For Large Buildings (Apply to Refrigeration Capacity)

Type of Application	Diversity Factor	
	People	Lights
Office	0.75 to 0.90	0.70 to 0.85
Apartment, Hotel	0.40 to 0.60	0.30 to 0.50
Department Store	0.80 to 0.90	0.90 to 1.0
Industrial*	0.85 to 0.95	0.80 to 0.90

Equation:

Cooling Load (for people and lights), Btu/hr

= (Heat Gain, Btu/hr, Chapter 7) x (Storage Factor, Table 12) x (Diversity Factor,above table)

*A diversity factor should also be applied to the machinery load.

-- Typical Diversity Factors for Large Buildings

Table 4-2 တွင် ဖော်ပြထားသည့် diversity factor များကို guide အဖြစ်သာ အသုံးပြုသင့်သည်။ အတိအကျ မှန်ကန်သည့် တန်ဖိုးများ မဟုတ်ပေ။(to be used as a guide in determining a diversity factor for any particular application.)။ နောက်ဆုံးအဆင့်(final) diversity factor သည် ချိန်ဆမှုများ(judgment of the effect of the many variables involved)အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

၄.၆ Stratification of Heat

မျက်နှာကြက်မြင့်သည့် အဆောက်အဦများတွင် လေအေးများသည့် သိပ်သည်းဆများသောကြောင့် ကြမ်းပြင် အနီး၌ လေအေးများရှိနေခြင်း နှင့် မျက်နှာကြက်အနီး၌ ပူနွေးသည့်လေများရှိနေခြင်း၊ အခြေအနေ နှစ်မျိုး (generally two situations)ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ အပူ(heat)သည် အလွှာလိုက်၊ အထပ်လိုက် ဖြစ်နေ(stratified) သောကြောင့် air conditioning equipment များ၏ cooling load လျော့နည်း(reduce) သွားလိမ့်မည်။

(၁) အခန်း၏မျက်နှာကြက် အလွန်မြင့်သည့်အခါ လေများသည် ခေါင်မိုး သို့မဟုတ် မျက်နှာကြက်မှ လေများ ထွက်သွားသည့်အခါ အပူများသည် အလွှာလိုက်၊ အထပ်လိုက် ဖြစ်နေလိမ့်မည်။ (Heat may be stratified in rooms with high ceilings where air is exhausted through the roof or ceiling.)

(၂) မျက်နှာကြက်အတွင်း(suspended ceilings) ၊ recessed lighting နှင့် ceiling plenum return system များ အတွင်း၌ အပူ(heat)များ ခိုအောင်းနေနိုင်သည်။

စက်ရုံအလုပ်ရုံများ(industrial applications)နှင့် ဘုရားရှိခိုးကျောင်း(churches)၊ ခန်းမ(auditoriums) စသည့် နေရာများ၊ ရုံးအဆောက်အဦ(office buildings)၊ ဟိုတယ်(hotels)နှင့် လူနေခန်းများ(apartments) ၌ လေပူများသည် ပေါ့ပါးသောကြောင့် အထက်သို့ တက်သည်။

မျက်နှာကြက်နားရှိ ခေါင်မိုးမှ အပူများ(convection from the roof)၊ မီးချောင်းမှ အပူများ(convection from lights)နှင့် နံရံမှ အပူများကြောင့်(convection from the upper part of the walls) အပေါ်ပိုင်းမှ လေများသည် ပူ၍ အောက်ပိုင်းမှ လေများသည် အေးသည်။ ခေါင်မိုး(roof)၌ convective ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သည့် load သည် 25% ဖြစ်သည်။ ကျန် ၇၅% သည် radiation ကြောင့်ဖြစ်သည်။ Light load ၏ 50% ခန့်သည် fluorescent ကြောင့်ဖြစ်သည်။ Incandescent ကြောင့် 20% ခန့်ဖြစ်ပေါ်သည်။ နံရံကို ဖြတ်၍ ဝင်ရောက်လာသည့်(wall transmission) load သည် 40% ခန့် ဖြစ်သည်။

ဖြစ်ပေါ်လာသည့် convection load များကြောင့် မျက်နှာကြက်(ceiling)မြင့်သည့် အခန်းများ၏ အပေါ်ပိုင်း နေရာတွင် အပူချိန်မြင့်သည့်လေများ ရှိနေလေ့ ရှိသည်။ (supply air stream will stratify at the ceiling or roof level.) တချို့တစ်ဝက်သည် induced လုပ်ခြင်း ခံရသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် supply air stream မှ supply air ၏ 80% သည် အလွှာလိုက်ဖြစ်နေပြီး(stratified ဖြစ်ပြီး) 20% သည် (induced လုပ်ခြင်းခံရသည်။) ဖြစ်သည်။

မျက်နှာကြက်(ceiling) သို့မဟုတ် ခေါင်မိုး(roof)မှ လေများကိုစုပ်ယူ(air is exhausted)ခြင်းခံရလျှင် convection load ကို air conditioning load ထဲမှ ထုတ်ယူရသည်။ (convection load released abovethe supply air may be subtracted from the air conditioning load.)

လေများ စုပ်ယူထားခြင်း ခံရလျှင်(air is to be exhausted) load များစွာ လျော့နည်း(large reduction in load) သွားလိမ့်မည်။ လက်တွေ့အခြေအနေတွင် မလိုအပ်ဘဲ လေများစုပ်ထုတ်ခြင်း ပြုလုပ်လေ့ မရှိပေ။

စုပ်ထုတ်ခြင်း(exhaust) မပြုလုပ်သည့်အခါ ပူနွေးသည့်လေများ မျက်နှာကြက်အနီးတွင် အလွှာလိုက်ဖြစ် (Hot air stratifies at the ceiling)နေပြီး အပူချိန် လျှင်မြန်စွာမြင့်တက်(rapidly builds up in temperature) လာလိမ့်မည်။ load လျော့နည်းခြင်း(reduction) မဖြစ်ပေါ်ပေ။

Suspended ceiling အတွင်းရှိ recessed light မှ ထွက်လာသည့် convective heat များသည် flows into the plenum space ထဲသို့ ဝင်ရောက်သွားသည်။ room အခန်းအတွင်းမှ နေရောင်မှ radiant heat များ၊ မီးလုံးမီးချောင်းများ(lights)၊ လူများ(people)မှ အပူများသည် မျက်နှာကြက်ကို ပူနွေးစေသည်။ ပူနွေးသည့်လေများ ပေါ့ပါးသောကြောင့် plenum space အတွင်းသို့ စီးဆင်းဝင်ရောက်သွားသည်။ Plenum space အတွင်းရှိ လေအပူချိန်ကို မြင့်တက်စေသည်။ အပူများသည် structure ဆီသို့ ပျံ့နှံ့ စီးကူးသွားသည်။

မျက်နှာကြက်(ceiling plenum)ကို လေများ ပြန်သယ်မည့် return air duct အဖြစ် အသုံးပြုလျှင် return air system သည် တချို့သော return air များသည် light fixture ထဲ နှင့် ဘေးဘက်မှ ဖြတ်သန်းစီးဆင်းသွားသည်။ ပိုများသည့် convective heat ကို plenum space အတွင်းသို့ သယ်ဆောင်သွား(carrying)သည်။

Ceiling plenum space အတွင်း၌ ခိုအောင်းနေသည့် အပူများ(containing heat)ကြောင့် room load နှင့် equipment load တို့သည် ညီညာ(flaten)သကဲ့သို့ ဖြစ်သွားသည်။ Cooling load တွက်ချက်ရာတွင် storage factor (ခိုအောင်းနေမည့်၊ သိုလှောင်ထားသည့်) အပူပမာဏကို ခန့်မှန်းခြင်းသည် အရေးကြီးသည့် အလုပ်တစ်ခု ဖြစ်သည်။

၄.၇ Terminology

Cooling load calculation မပြုလုပ်ခင် အရေးကြီးသည့်အခေါ်အဝေါ်(important terminology)များကို လေ့လာသင့်သည်။

Space

Space is either a volume or a site without a partition or a partitioned room or group of rooms.

Room

Room is an enclosed or partitioned space that is usually treated as single load.

Zone

Zone is a space or group of spaces within a building with heating and/or cooling requirements sufficiently similar so that comfort conditions can be maintained throughout by a single controlling device.

Cooling Load Temperature Difference (CLTD)

An equivalent temperature difference used for calculating the instantaneous external cooling load across a wall or roof.

Sensible Heat Gain

Sensible Heat Gain is the energy added to the space by conduction, convection and/or radiation.

Latent Heat Gain

Latent Heat Gain is the energy added to the space when moisture is added to the space by means of vapor emitted by the occupants, generated by a process or through air infiltration from outside or adjacent areas.

Radiant Heat Gain

Radiant Heat Gain the rate at which heat absorbed is by the surfaces enclosing the space

and the objects within the space.

Space Heat Gain

Space Heat Gain is the rate at which heat enters into and/or is generated within the conditioned space during a given time interval.

Space Cooling Load

Space Cooling Load is the rate at which energy must be removed from a space to maintain a constant space air temperature.

Space Heat Extraction Rate:

the rate at which heat is removed from the conditioned space and is equal to the space cooling load if the room temperature remains constant.

Dry Bulb Temperature

Dry Bulb Temperature is the ordinary temperature of the air.

Wet Bulb Temperature

Wet Bulb Temperature is the temperature of the air with consisting of moisture.

Dewpoint Temperature

Dewpoint Temperature is the temperature to which air must be cooled in order to reach saturation or at which the condensation of water vapor in a space begins for a given state of humidity and pressure.

Relative humidity

Relative humidity is a term used to describe the amount of water vapor in a mixture of air and water vapor. Relative humidity describes how far the air is from saturation. It is a useful term for expressing the amount of water vapor when discussing the amount and rate of evaporation. One way to approach saturation, a relative humidity of 100%, is to cool the air. It is therefore useful to know how much the air needs to be cooled to reach saturation.

Space heat gain

Space heat gain: the amount of heat is entering the space.

Space cooling load

The amount of energy must be removed from the space to keep temperature and relative humidity constant.

Space heat extraction

The amount of the energy that is removed by the HVAC.

Cooling load (coil)

How much energy is removed by the cooling coil serving various spaces plus any loads external to the spaces such as duct heat gain, duct leakage, fan heat and outdoor makeup air.

-End –