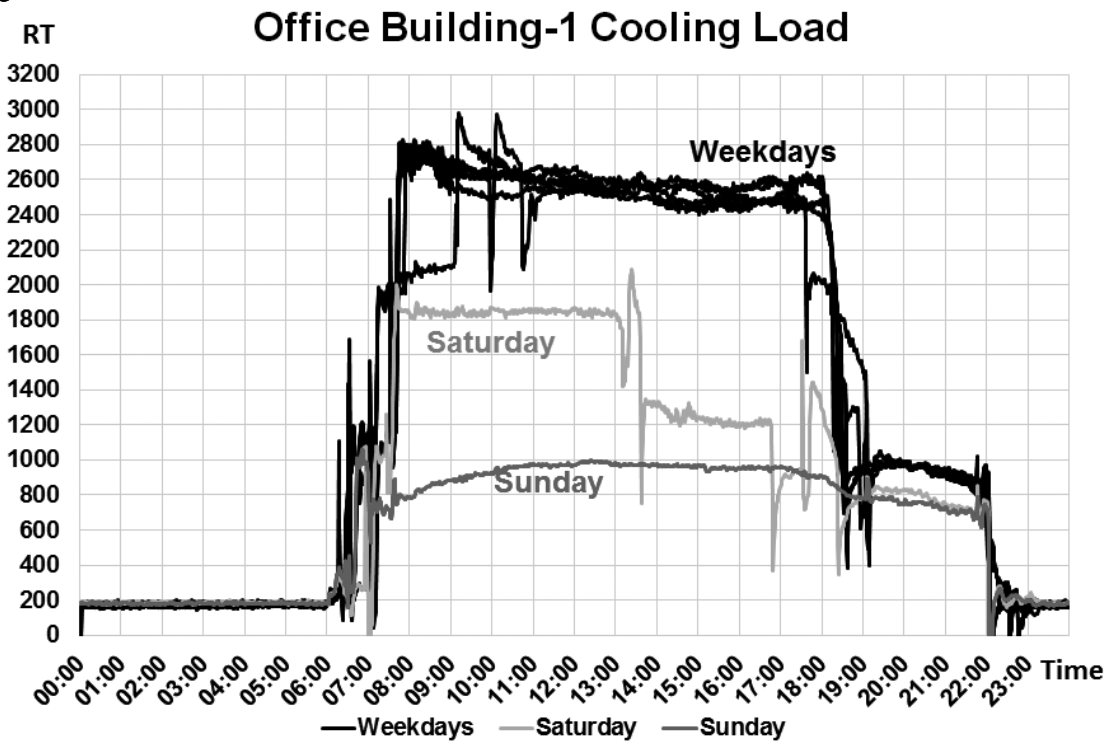


Chapter - 12

အဆောက်အဦများ၏ Cooling Load Profile ကို လေ့လာခြင်း

၁၂.၁ Office Building Cooling Load Profiles

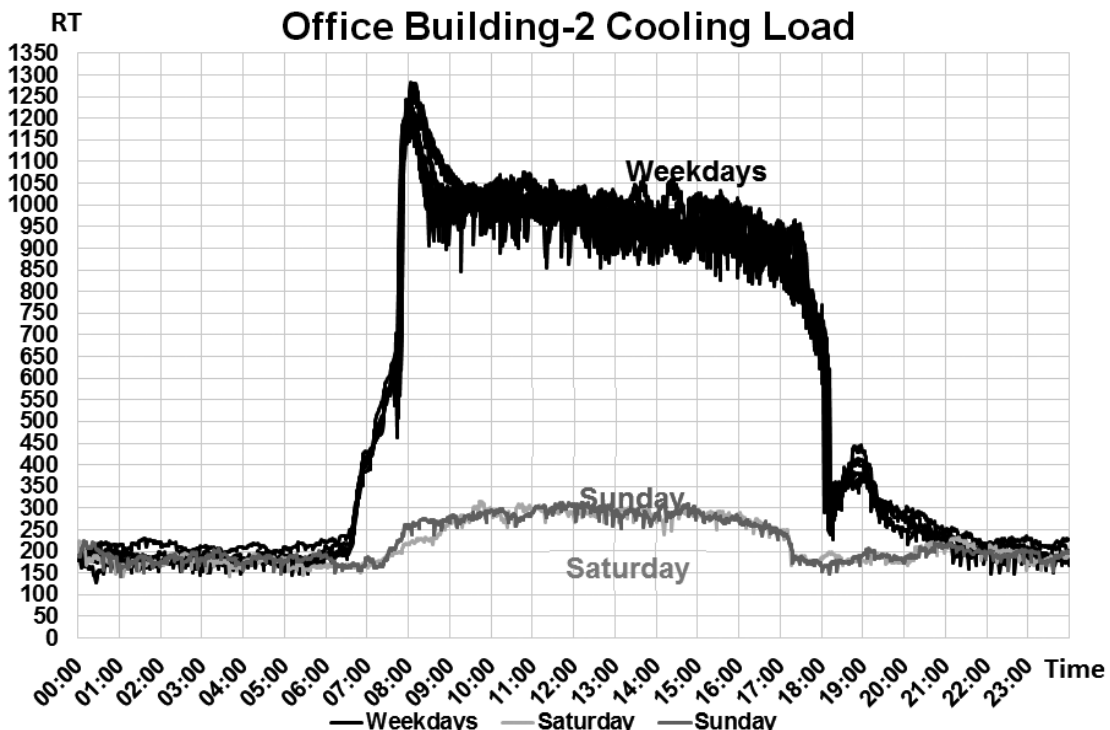


ပုံ ၁၂-၁ ရုံးခန်းများစွာရှိသည့် အဆောက်အဦ (office building -1) တစ်ခု၏ cooling load profile

ကြီးမားသည့် အဆောက်အဦများ၏ cooling load ကို လေ့လာရန်အတွက် cooling load profile ပုံစံ ဆင်တူမှု(similarity)ကို အခြေခံ၍ အမျိုးအစား ခွဲခြားထားသည်။ အထူးသဖြင့် centralized chilled water system များ တပ်ဆင်ထားမည့် အဆောက်အဦများ၏ cooling load ကို မဖြစ်မနေ လေ့လာရန် လိုအပ်သည်။

- (၁) ရုံးခန်းများ အဖြစ်အသုံးပြုသည့် အဆောက်အဦ သို့မဟုတ် ရုံးခန်းများစွာရှိသည့် အဆောက်အဦ(office building)
- (၂) ရှောပင်းစင်တာ(shopping center)များ၊ ရှောပင်းမော(shopping mall)များ
- (၃) ဟိုတယ်(hotel)များနှင့်
- (၄) ဒေတာစင်တာ အဆောက်အဦ(data center)နှင့် စက်ရုံအလုပ်ရုံများ(industrial facilities) ဖြစ်သည်။

Cooling load profile ကိုလေ့လာသည့်အခါ (၇)ရက်၊ တစ်ပတ်(one complete week)အတွက် ဒေတာများ၊ အချက် အလက်များကို အခြေခံ၍ လေ့လာရသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် တနင်္လာနေ့မှ တနင်္ဂနွေနေ့(7 days)အထိ တစ်ပတ်တိတိ လေ့လာရသည်။ သို့မှသာပုံမှန် profile တစ်ခု ရရှိလိမ့်မည်။ ဂရပ်များရေးဆွဲ၍ လေ့လာကြသည်။ X ဝင်ရိုးတွင် အချိန်(၂၄)နာရီနှင့် Y ဝင်ရိုးတွင် cooling load (RT) ဖြင့် ရေးဆွဲရသည်။



ပုံ ၁၂-၂ ရုံးခန်းများစွာရှိသည့်အဆောက်အဦ(office building -2) တစ်ခု၏ cooling load profile

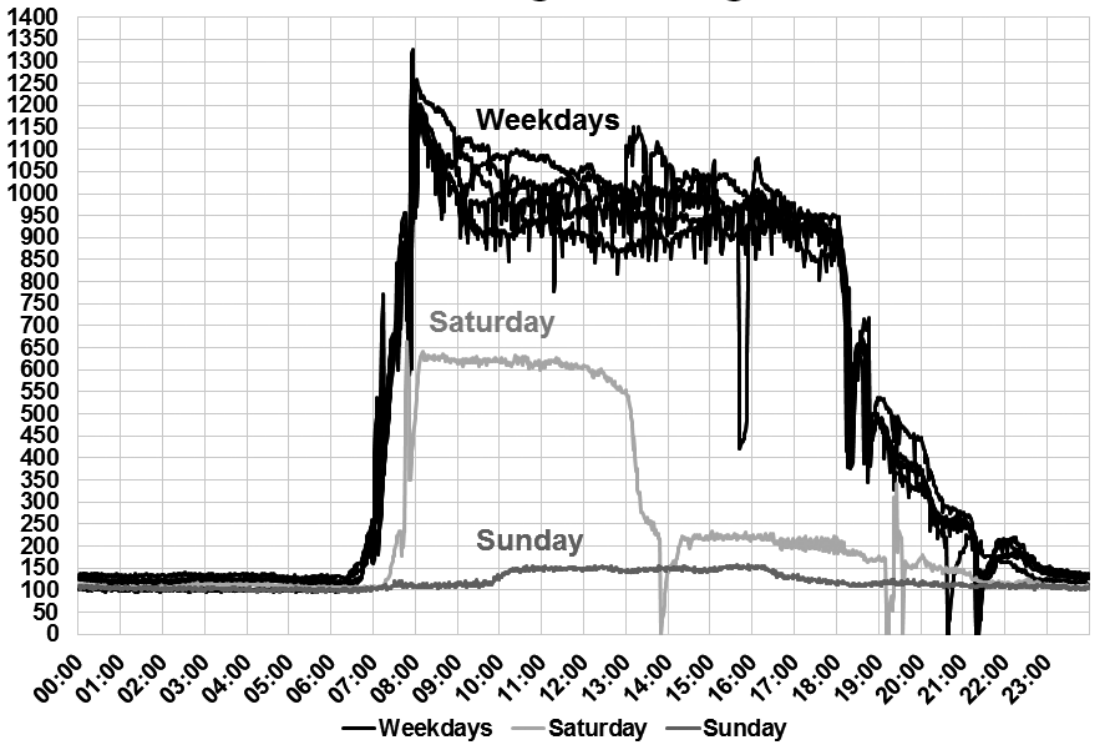
အနက်ရောင်ရင့်ရင့်လှိုင်းများသည် weekday cooling load profile ဖြစ်သည်။ Weekday ဆိုသည်မှာ တနင်္လာနေ့မှ သောကြာနေ့အထိ ဖြစ်သည်။ တချို့သောရုံးများသည် စနေနေ့ နေ့တဝက် အလုပ်လုပ်ရ သောကြောင့် စနေနေ့သည် သီးခြား cooling load profile တစ်ခုပုံစံမျိုး ဖြစ်နေလိမ့်မည်။ တနင်္ဂနွေနေ့တွင် ရုံးခန်းများအားလုံး ပိတ်ထားသောကြောင့် cooling load အနည်းငယ်သာ ရှိလိမ့်မည်။

တချို့သော အဆောက်အဦများရှိ ရုံးခန်းများအားလုံး စနေနေ့တွင် အလုပ်မလုပ်ကြလျှင် စနေနေ့ cooling load profile နှင့် တနင်္ဂနွေနေ့ cooling load profile တို့ တူညီလှနီးပါး ဖြစ်လိမ့်မည်။

Weekday cooling load သည် တနင်္လာနေ့မှ သောကြာနေ့အထိတွင် ဖြစ်ပေါ်သည့် profile ဖြစ်သည်။ (၅)ရက်လုံးဖြစ်ပေါ်သည့် ပုံသဏ္ဍာန်တူညီကြသည်။ နံနက် (၆)နာရီခွဲ (၇)နာရီခွဲ chiller အကြီး (၁)လုံး သို့မဟုတ် (၂)လုံးကို စတင်မောင်းသည်။ ထိုသို့ chiller များကို စတင်မောင်းသည့်အခါ spike ဖြစ်ပေါ်သည်။ ထို spike valve (ပုံမှန် cooling load ထက် သိသိသာသာ မြင့်တက်သွားသည့် တန်ဖိုး)ကို cooling load အဖြစ် မသတ်မှတ်ပါ။ လျစ်လျူရှုရသည်။ တစ်နာရီခန့် ကြာပြီးနောက် cooling load အနည်းငယ် ကျဆင်းသွားပြီး steady state

အခြေအနေသို့ ရောက်ရှိသည်။ ညနေ (၅)နာရီခွဲ သို့မဟုတ် (၆)နာရီခန့်အထိ ဖြစ်သည်။ ထို့နောက် cooling load ကျဆင်းသွားကာ ည (၈)နာရီ၊ (၉)နာရီခန့်တွင် night chiller မောင်းသည်။ Night chiller သည် နောက်တစ်နေ့ နံနက် (၆)နာရီခွဲခန့်အထိ မောင်းသည်။

Office Building-3 Cooling Load



ပုံ ၁၂-၃ ရုံးခန်းများစွာရှိသည့်အဆောက်အဦ(office building -3) တစ်ခု၏ cooling load profile စနေနေ့တွင် တချို့ရုံးခန်းများ နေ့တစ်ဝက်အလုပ်လုပ်သောကြောင့် မွန်းလွဲ(၁၂)နာရီခွဲခန့် အချိန်မှစ၍ cooling load လျော့နည်းသွားသည်။

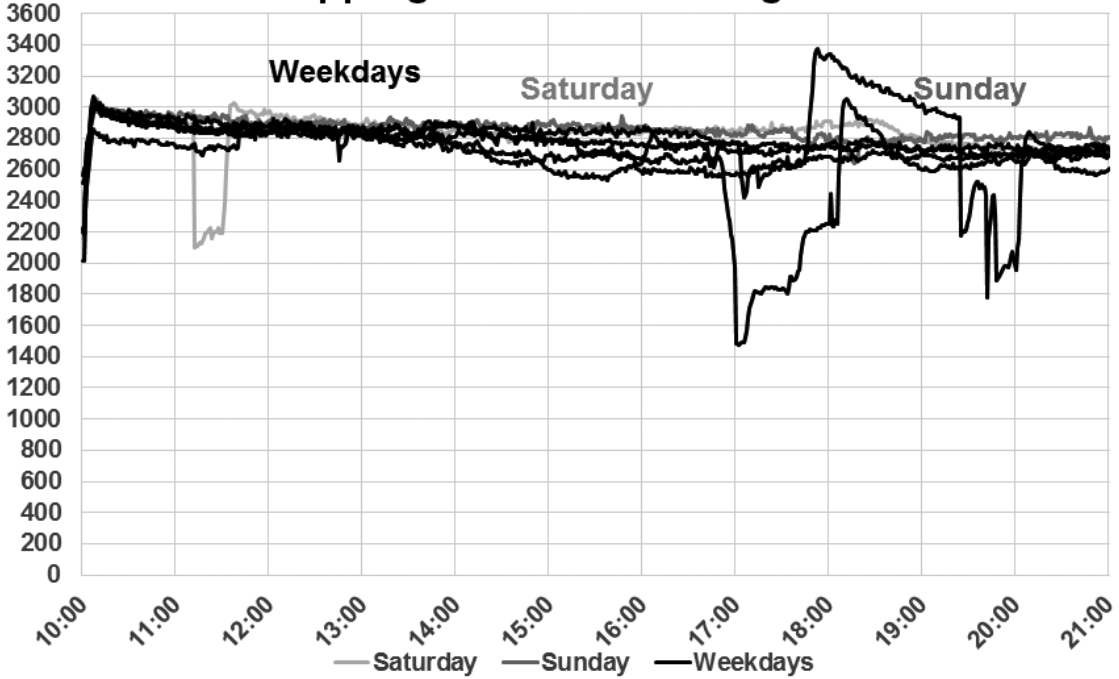
တနင်္ဂနွေနေ့တွင် ရုံးခန်းများပိတ်ထားသော်လည်းဒေတာစင်တာများ၊ ဆာဗာများ၊ MDF အခန်းများ၊ FCC Room၊ Telecom အခန်းများ၊ Main lobby များတွင် Air con လိုအပ်သောကြောင့် chiller မောင်းပေး ထားရသည်။ ရုံးခန်းအဆောက်အဦများတွင် ညဘက်နှင့် တနင်္ဂနွေနေ့များတွင် မောင်းပေးရန်အတွက် chiller အငယ်စား တစ်လုံး သို့မဟုတ် (၂)လုံးကို တပ်ဆင်ထားလေ့ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် ရုံးအဆောက်အဦများတွင် အရွယ်အစား မတူညီသည့် chiller များကို တွေ့မြင်နိုင်သည်။

Office building -1, -2 နှင့် -3 တို့ကို နှိုင်းယှဉ်လေ့လာပုံကို ဖော်ပြထားသည်။ Office building 1 ၏ week day office hour (တနင်္လာနေ့မှ သောကြာနေ့အထိ နံနက် ၇ နာရီ မှ ညနေ ၆ နာရီအတွင်း) cooling load သည် တည်ငြိမ်သည်ဟု ဆိုနိုင်သည်။ Office building -2 နှင့် Office building-3 တို့၏ office hour load သည် မတည်ငြိမ်ပါ။ မတည်ငြိမ်ရသည့် အကြောင်းများမှာ လူဝင် လူထွက် များခြင်း၊ အဆောက်အဦ ထုထည် မထူထပ်ခြင်း၊ ရာသီဥတု ပြောင်းလဲခြင်း(တိမ်ထူထပ်ခြင်း၊ မိုးရွာခြင်း) စသည့် အကြောင်းများကြောင့် ဖြစ်နိုင်သည်။

Office building 2 တွင် Saturday load နှင့် Sunday load တူညီသောကြောင့် ထိုအဆောက်အဦရှိ ရုံးခန်းများသည် စနေနေ့နံနက်ပိုင်းတွင် ပိတ်ထားသည်ဟု ကောက်ချက်ချနိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် စနေနေ့ရုံး ပိတ်သည်။ ထိုရုံးခန်းများသည့် shopping center များ၏ cooling load profile သည် ရိုးရှင်းသည်ဟု ဆိုနိုင်သည်။

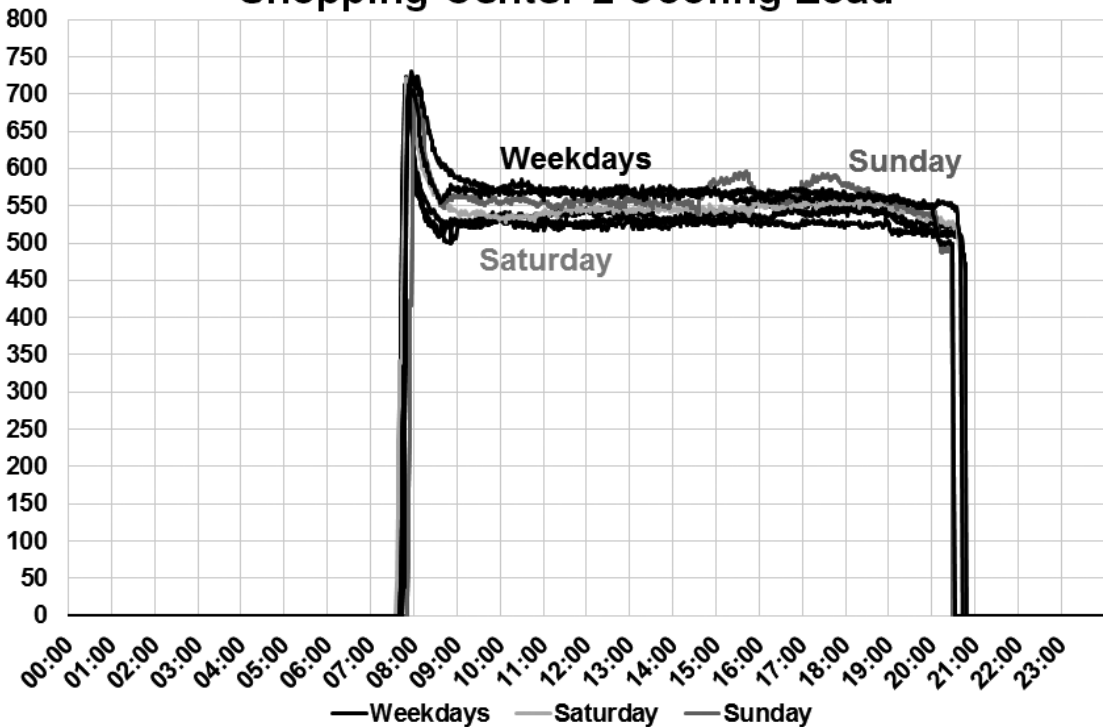
၁၂.၂ Shopping Center Building Cooling Load Profiles

Shopping Center-1 Cooling Load



ပုံ ၁၂-၄ Shopping center အဆောက်အဦတစ်ခု၏ cooling load profile

Shopping Center-2 Cooling Load



ပုံ ၁၂-၅ Shopping center အဆောက်အဦတစ်ခု၏ cooling load profile

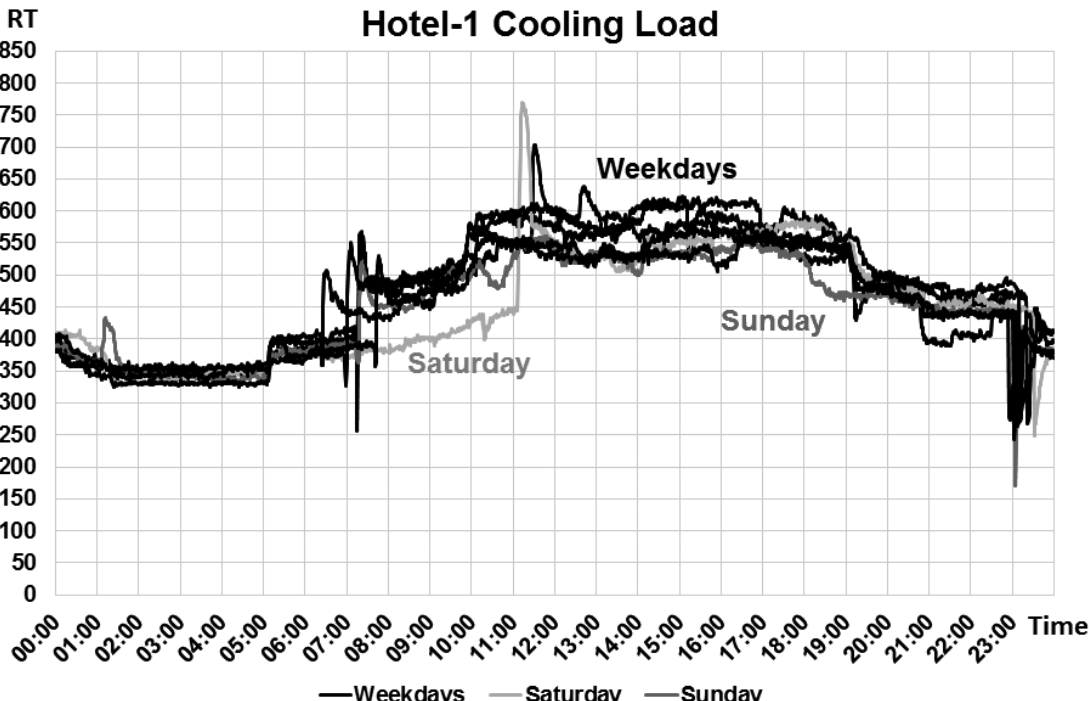
Shopping center များသည် နံနက် (၈)နာရီ သို့မဟုတ် (၉)နာရီခန့်တွင် စတင် ဖွင့်လှစ်ကြပြီး ည(၉)နာရီ (၉)နာရီခန့်တွင် ပိတ်ကြသည်။ (၂၄)နာရီပတ်လုံး ဖွင့်သည့် အလုပ်လုပ်ကြသည့် အဆောက် အဦများ

မဟုတ်သောကြောင့် Chilled water plant ကို (၂၄)နာရီ ပတ်လုံး မောင်းပေးထားရန် မလိုအပ်ပေ။ Cooling load ပြောင်းလဲမှု အလွန်နည်းသည်။ တနင်္လာနေ့မှ တနင်္ဂနွေနေ့အထိ တစ်ပတ်လုံး cooling load profile တူညီကြသည်။ Shopping center များအတွက် chiller ရွေးချယ်သည့်အခါ လွယ်ကူသည် ဟု ဆိုနိုင်သည်။ အရွယ်အစား တူညီသည့် chiller များ တပ်ဆင်ထားခြင်းမျိုး တွေ့မြင်နိုင်သည်။

၁၂.၃ Hotel Building Cooling Load Profiles

ဟိုတယ်များသည် (၂၄)နာရီပတ်လုံး အလုပ်လုပ်နေသည့် အဆောက်အဦ ဖြစ်သည်။ တနင်္လာနေ့မှ တနင်္ဂနွေနေ့အထိ နေ့စဉ်ဖြစ်ပေါ်သည့် cooling load profile များ တူညီကြသည်။ သို့သော် နေ့စဉ်အချိန် အပိုင်း အခြားကို လိုက်၍ ပြောင်းလဲနေသည်။ နံနက်ပိုင်းတွင် cooling load သည် တဖြည်းဖြည်း မြင့်တက် လာသည်။ မွန်းတည့်ချိန်တွင် အမြင့်ဆုံး peak load ဖြစ် ပေါ်သည်။ ညနေပိုင်းတွင် cooling load တဖြည်းဖြည်း လျော့နည်း သွားသည်။ ညဦးပိုင်းမှ သန်းခေါင်ယံအထိ cooling load အသင့်အတင့် များသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် စားသောက်ဆိုင်များ၊ ဘားများ၊ ကလပ်များ၊ ဒစ်စကိုများတွင် လူများဖြင့် စည်ကားနေသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ သန်းခေါင်ယံည (၁)နာရီနောက် ပိုင်းမှစ၍ cooling load သိသိသာသာ လျော့နည်း သွားသည်။

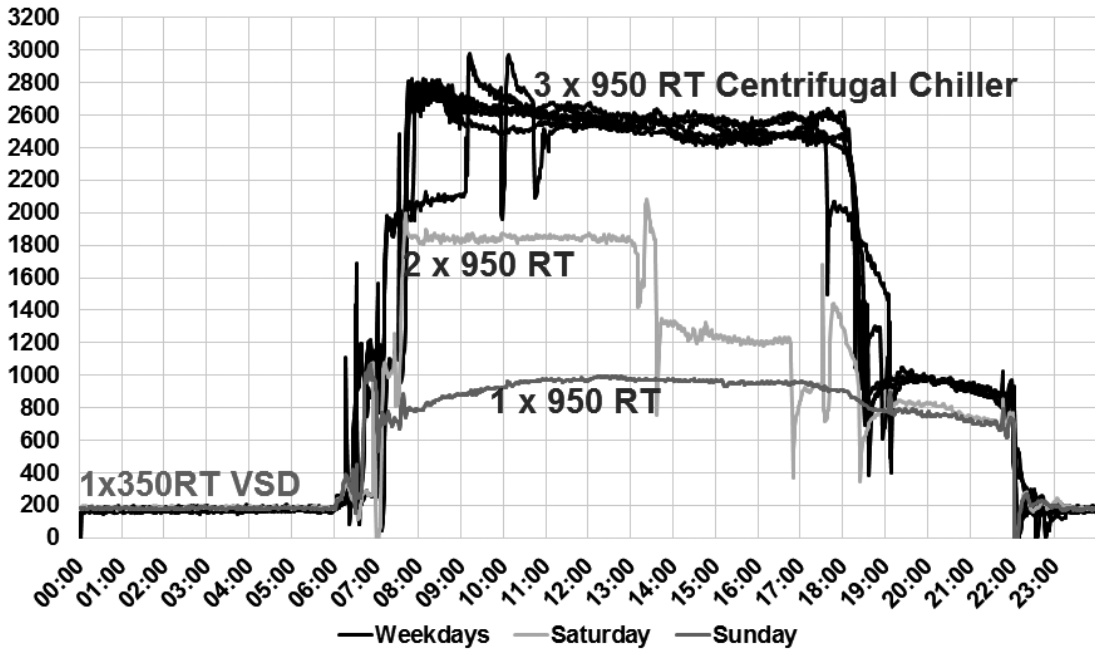
Cooling load profile အားဖြင့် တူညီသော်လည်း တစ်နေ့နှင့်တစ်နေ့ cooling load ပမာဏ အားဖြင့် သိသိသာသာ ကွာခြားနိုင်သည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ဟိုတယ်များ၏ occupancy ကွာခြားသောကြောင့် ဖြစ်သည်။ လူဝင်လူထွက် တစ်နေ့နှင့်တစ်နေ့ မတူညီနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၂-၆ ဟိုတယ်အဆောက်အဦး တစ်ခု၏ cooling load profile

- (၁) Chiller အရွယ်အစားရွေးချယ်ပုံကို နားလည်သဘောပေါက်နိုင်သည်။
- (၂) Operation လုပ်ရမည့်ကိစ္စများကို ကြိုတင်ခန့်မှန်းနိုင်သည်။
- (၃) Chiller sequencing လုပ်ရန်အတွက် အထောက်အကူပြုသည်။
- (၄) Chilled water plant ကို ကောင်းစွာ optimization လုပ်နိုင်သည်။
- (၅) Air con system တစ်ခုလုံးအလုပ်လုပ်ပုံနှင့် လိုအပ်ချက်များကို ကြိုတင်ပြင်ဆင်ထားနိုင်သည်။

Office Building-1 Cooling Load Profile and Chiller Size



ပုံ ၁၂-၇ Office building 1 cooling load profile and chiller size

Office building 1 တွင် တပ်ဆင်ရမည့် chiller အရွယ်အစားများကို ဖော်ပြထားသည်။ Office building 1 အဆောက်အဦအတွက် လိုအပ်သည့် chiller အရေအတွက်နှင့် အရွယ်အစားမှာ အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်သည်။

950RT water cooled centrifugal chiller (၄)လုံးနှင့် 350RT water cooled variable speed drive chiller (၂)လုံး ဖြစ်သည်။ 350RT chiller အတွက် compressor အမျိုးအစားမှာ centrifugal compressor ဖြစ်နိုင်သလို screw compressor လည်း ဖြစ်နိုင်သည်။ 950RT အတွက် VSD screw chiller မရှိပါ။ ထို့ကြောင့် centrifugal chiller ကိုသာ ရွေးချယ်ရပါမည်။

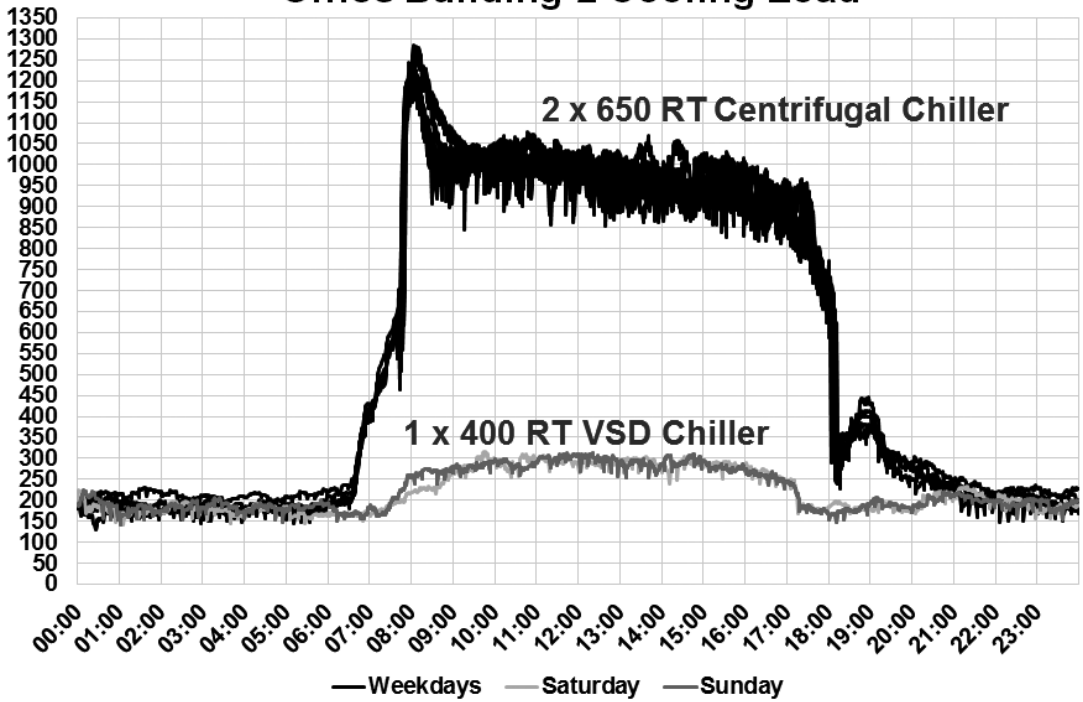
အမျိုးအစားမတူညီသည့် chiller များကို အဆင့်ဆင့် မောင်းရသောကြောင့် ပန့်အရွယ်အစား၊ head ရွေးချယ်ရာတွင် ခက်ခဲသည်။ Chiller sequencing လုပ်ရာတွင် ခက်ခဲသည်။ Water balancing လုပ်ရာတွင် ခက်ခဲသည်။

Office building 2 အတွက် 650RT centrifugal chiller (၃)လုံးနှင့် 400RT USD chiller (၂)လုံး တပ်ဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။ Chiller များတပ်ဆင်သည့်အခါ မောင်းရမည့် chiller အရေအတွက်ထက် (၁)လုံး ပို၍ တပ်ဆင်ထားလေ့ရှိသည်။ N+1 redundancy အတွက် ဖြစ်သည်။

၁၂.၄ Data Center Cooling Load Profiles

ဒေတာစင်တာများသည် အရိုးရှင်းဆုံးသော cooling load profile ဖြစ်သည်။ (၂၄)နာရီပတ်လုံး (24x7) မောင်းနေသည့် Chilled water plant များ ဖြစ်သည်။ ဒေတာစင်တာအဆောက်အဦများကို ဆောက်လုပ်သည့်အခါ ပြင်ပမှအပူများဝင်ရောက် မလာနိုင်အောင် မှန်များကိုမသုံးဘဲ နံရံထူထူဖြင့် ဆောက်လုပ် ထားလေ့ရှိသောကြောင့် external colling load ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် ပြောင်းလဲမှုမရှိသလောက် နည်းသည်။ Cooling load profile များသည် မျဉ်းဖြောင့်(straight line) ပုံစံမျိုးသာ တွေ့မြင်ရလေ့ရှိသည်။ Control လုပ်ရန် အရမ်းလွယ်ကူသည်။ Control loop များ(PID turning) လုပ်ရန်အတွက် အရမ်း လွယ်ကူသည်။

Office Building-2 Cooling Load



ပုံ ၁၂-၈ Office building 2 cooling load profile

၁၂.၅ စင်ကာပူနိုင်ငံမှ Building Cooling Load အချက်အလက်များ

အသစ်ဆောက်လုပ်သည့် အဆောက်အဦများတွင် ဒီဇိုင်းလုပ် တပ်ဆင်သည့် air conditioning plant

စင်ကာပူနိုင်ငံမှ building and construction authority မှ အချက်အလက်များ ဖြစ်သည်။ ရုံး၊ရှော့ပင်းစင်တာစသည့် အဆောက်အဦအသစ်များ(new commercial buildings)တွင် တပ်ဆင်မည့် air conditioning ဒီဇိုင်းလုပ်သည် peak cooling load ပမာဏ

Design peak cooling load		
Office buildings	100-180 W/m ²	20-35 m ² /ton
Hotels	120- 260 W/m ²	14-29 m ² /ton
Retail buildings	250-350 W/m ²	10-14 m ² /ton

အထက်ပါ တန်ဖိုးများသည် ဒီဇိုင်းတန်ဖိုးများဖြစ်သည်။ လက်တွေ့မောင်းသည် အမှန်တကယ် cooling load သည် ဒီဇိုင်းတန်ဖိုးများထက် အမြဲတမ်းလျော့နည်းကြသည်။ ထိုသို့ လျော့နည်းရသည့် အကြောင်းများမှာ

- (၁) Diversity of air-conditioning usage
- (၂) Design assumptions နှင့်
- (၃) Safety factors to take into account foreseeable peak demand တို့ကြောင့် ဖြစ်သည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် အဆောက်အဦများသည် မည်သည့်အခါမျှ design peak load ပမာဏသို့ မရောက်ကြပေ။ တစ်နည်းအားဖြင့် part load condition တွင်သာ air conditioning plant များ မောင်း(operating) ကြသည်။ (Conversion: m²/RT = 3517 / W/m²)

Design peak cooling load	
Office buildings	54-100 W/m ²
Hotels	40-98 W/m ²
Retail buildings	93-195 W/m ²

အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည့် အချက်အလက်များသည် လက်ရှိအဆောက်အအုံတွင် energy audit လုပ်၍ တိုင်းတာထားသည့် အချက်အလက်များ ဖြစ်သည်။

တိုင်းတာထားသည့် အချက်အလက်များ(တစ်စတုရန်းမီတာအတွက် လိုအပ်သည့် cooling capacity)

	Measured W/m ²	
	Range	Average
Office Buildings (58 projects)	54 – 100	74
Hotels (32 projects)	40 – 98	61
Retail Buildings (28 projects)	93 – 195	130

ရုံးခန်းအဆောက်အအုံပေါင်း (၅၈)ခုကို တိုင်းတာထားသည့်တန်ဖိုး ဖြစ်သည်။ အများဆုံး 100 W/m² (တစ်စတုရန်း မီတာလျှင် cooling load ပမာဏ အများဆုံး 100 watt လိုအပ်သည်။) အနည်းဆုံးမှာ 54 W/m² နှင့် ပျမ်းမျှ 74 W/m² ဖြစ်သည်။ မိမိအဆောက်အအုံ သို့မဟုတ် မိမိခန့်မှန်းလိုသည့်အဆောက်အအုံနှင့် နှိုင်းယှဉ်နိုင်သည်။

တိုင်းတာရယူသည့် အချက်အလက်များ cooling capacity 1 RT က အအေးဓာတ်ပေးနိုင်သည့် ကြမ်းခင်းဧရိယာ

	Measured m ² /RT	
	Range	Average
Office Buildings (58 projects)	35 – 65	48
Hotels (32 projects)	36 – 88	58
Retail Buildings (28 projects)	18 – 38	27

ရုံးခန်းအဆောက်အအုံပေါင်း (၅၈)ခုကို တိုင်းတာထားသည့်တန်ဖိုး ဖြစ်သည်။ အများဆုံး 65 m²/RT (Cooling load 1RT အတွက် air con ပေးနိုင်သည့် အများဆုံး ကြမ်းခြင်းဧရိယာမှာ ၆၅ တစ်စတုရန်း မီတာဖြစ်သည်။) အနည်းဆုံးမှာ 35 m²/RT နှင့် ပျမ်းမျှ 48 m²/RT ဖြစ်သည်။ မိမိအဆောက်အအုံ သို့မဟုတ် မိမိခန့်မှန်းလိုသည့် အဆောက်အအုံနှင့် နှိုင်းယှဉ်နိုင်သည်။

-End-