Chapter - 10

Cooling Concepts; Raised Floor

Raised floor ကို air plenum အဖြစ် အသုံးပြု၍ cooling လုပ်ခြင်းသည် computer room များ သို့မဟုတ် data center များအတွက် သမာရိုးကျ(traditional) နည်း ဖြစ်သည်။

(၁) Raised floor computer room များကို data center အားလုံးနီးပါး၌ တွေ့မြင်ရလေ့ရှိသည်။

(၂) Raised floor ကြောင့် cooling လုပ်ချင်သည့်ပုံစံ(arrangement)များကို လိုအပ်သလို လွယ်ကူစွာ ပြုပြင်ပြောင်းလဲ(flexible) နိုင်သည်။ Data centre များတွင် raised floor ပုံစံဖြင့် တပ်ဆင် ထားခြင်း ကြောင့် cooling ပြုလုပ်ရာတွင် လိုသလို ပြင်လွယ်ပြောင်းလွယ်(great flexibility)ဖြစ်သည်။

အပေါက်ပါသည့် ကြမ်းခင်းပြား(perforated floor board)အမျိုးအစားကို ပြောင်းလဲခြင်း(changing the type)၊ နေရာရွှေ့ပြောင်းလိုက်ခြင်း တို့ဖြင့် လိုအပ်သည့် cooling capacity ထွက်အောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ အပေါက်ပါသည့် ကြမ်းခင်းပြား(perforated floor board)များကို နေရာချထား၍ လေထွက်နှုန်းကို အတိုးအလျှော့ ပြုလုပ်နိုင်သည်။

(၃) Cooling capacity အကန့်အသတ်(limited)ဖြင့်သာ ရရှိနိုင်ခြင်းသည် အားနည်းချက်ဖြစ်သည်။ Perforated floor board များကြောင့် floor loading တွင် ကန့်သတ်ချက်များ(restrictions) ရှိသည်။ အပေါက်ပါသည့် ကြမ်းခင်းပြား(perforated floor board)များအရေအတွက်များလာလျှင် ကြမ်းခင်း(floor) အလေးချိန် သယ်ဆောင်နိုင်စွမ်း(loading capabilities) လျော့နည်းနိုင်သည်။

(၄) တပ်ဆင်ရန်၊ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန်(install and maintain) ကုန်ကျစရိတ်များ(relatively costly) သည်။

၁၀.၁ Principle of Raised Floor Design

Raised floor design သည် ကြမ်းခင်းအောက်ကို လေဖိအားမြင့်တက်အောင်ပြုလုပ်ထားပြီး အပေါက် ပါသည့် ကြမ်းခင်းပြားများ(perforated floor boards) မှတစ်ဆင့် လေများကို အလိုရှိသည့်နေရာသို့ ရောက်စေသည်။ Raised floor design သည် under-floor cold air distribution principle ပေါ်တွင် မူတည်သည်။

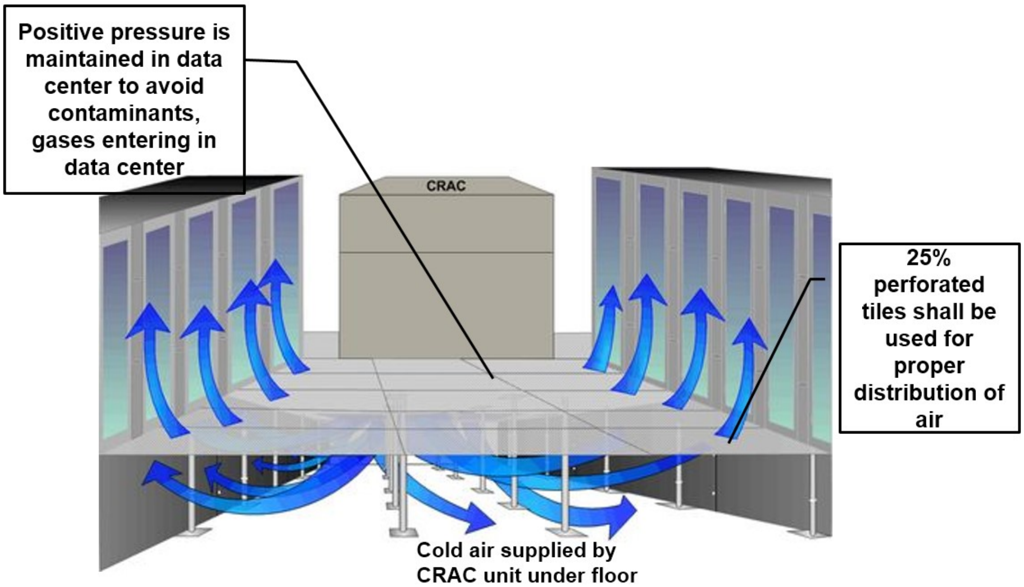
Down flow air conditioner များသည် လေကို ကြမ်းခင်းအောက်သို့ မှုတ်ထည့်သည်။ ကြမ်းခင်းအောက်တစ်ဆင့် အခန်းအတွင်းသို့ရောက်ရှိရာ အပူများကို စုပ်ယူ(absourb the heat)သည်။ Room သို့မဟုတ် dedicated duct သို့မဟုတ် suspended ceiling ရှိနေရာ မှတစ်ဆင့် လေပူများ(hot air)သည် air-conditioner unit ဆီသို့ပြန်ရောက်(flowing back) လာသည်။

လေကို ကြမ်းခင်းအောက်သို့ မှုတ်ထည့်(pushing cold air under the floor)သောကြောင့် ကြမ်းခင်းအောက်တွင် ဖိအား(pressure)မြင့်တက်လာသည်။ ကြမ်းခင်းပြားများ(floor boards)တွင် အပေါက်(perforations) များ ပါရှိသောကြောင့် လေများသည် ဖိအားနိမ့်သည့် computer room အတွင်းသို့ ထွက်သွားသည်။

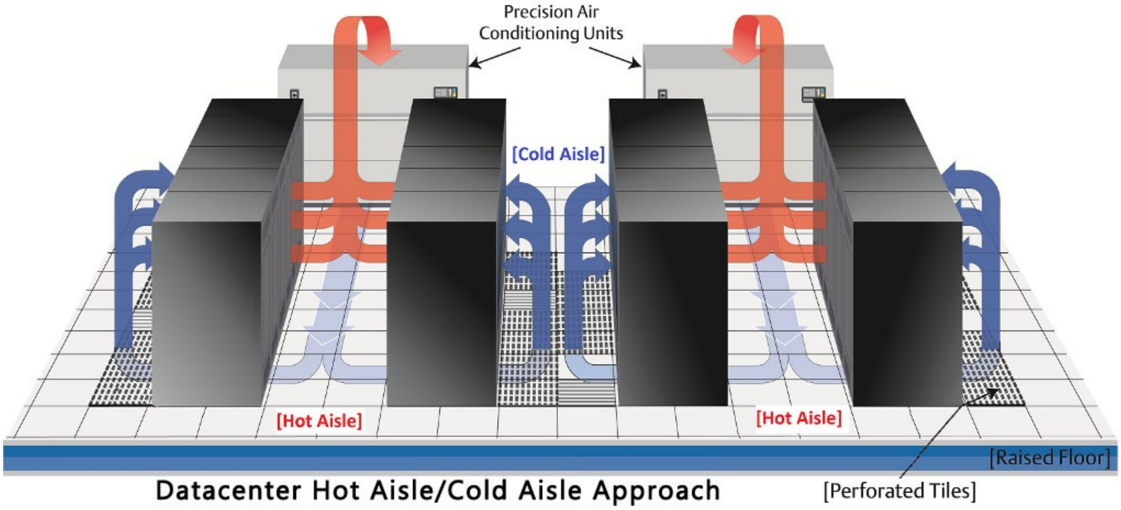
Rack ၏ အရှေ့ဘက်(front of the rack)တွင် လေလုံလောက်စွာ(enough air flow) ရရှိရန် အရေးကြီးသည်။ ICT equipment များ သို့မဟုတ် Rack များအတွင်းရှိ internal fan များမှ လေအေးများ(cold air)ကို စုပ်ယူ(suck)သည်။ Rack အနောက်ဘက်(rear of the rack)မှ လေပူများ(hot air) ပြန်ထွက်လာသည်။ လေပူများသည် အပူချိန်မြင့်သောကြောင့် သိပ်သည်းဆ လျော့နည်းကာ အပေါ်သို့တက်ပြီး suspended ceiling plenum သို့မဟုတ် room void မှတစ်ဆင့် air conditioner ဆီသို့ ပြန်စီးဆင်း ဝင်ရောက်လာသည်။

Computer room များကို သာမာန်အခန်းများအတွက် သုံးနေကြ air conditioner system များ တပ်ဆင်ထားရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ လေပူနှင့် လေအေးများရောနှောသွားခြင်း(mixing of hot- and cold-air)ကြောင့် efficiency မကောင်းနိုင်ပေ။ Rack တစ်ခုမှ လေပူများ(hot air)သည် တခြား rack များအတွင်း(intake of the equipment of the next rack)သို့ ဝင်ရောက် သွားနိုင်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။

လေများ ရောနှောသွားလျှင် rack အတွင်းသို့ ဝင်ရောက်လာသည့် လေအပူချိန် မြင့်တက်(higher intake temperatures) လာလိမ့်မည်။ ယနေ့ခေတ် data centre များတွင် ဤကဲ့သို့ ပုံစံမျိုး ဒီဇိုင်းလုပ်ရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။



ပုံ ၁၀-၁ CRAC unit မှ လေများကို raised floor ထဲသို့ မှုတ်ထည့်သည်။ Raised floor ထဲတွင် လေဖိအား မြင့်တက်လာသည်။ Perforated tile များကို cold-aisle တွင် နေရာချထားသည်။ လေများသည် perforated tile ရှိ အပေါက်များမှ တစ်ဆင့် အခန်းထဲသို့ ရောက်သည်။



ပုံ ၁၀-၂ Hot-aisle နှင့် cold-aisle ခွဲခြားထားပုံ (dedicated duct သို့မဟုတ် suspended ceiling မပါဝင်ပါ။) လေအေးများသာ ရှိရမည့်နေရာ(hot air areas hot-aisles)နှင့် လေအေးများသာရှိရမည့် နေရာ(cold air areas or cold-aisles)ဟူ၍ ပိုင်းခြား(separation) ထားသည်။ Rack များကို မျက်နှာချင်းဆိုင်(front-to-front) သို့မဟုတ် ကျောချင်းကပ်(back-to-back)ပုံစံဖြင့် နေရာချထားသည်။

၁၀.၂ Hot- and Cold-Aisle Setup

Racks များကို မျက်နှာချင်းဆိုင် (Front-to-Front) နေရာချထားသည်။

လေအေးများသာရှိရမည့် နေရာ(cold-Air areas) နှင့် လေပူများသာ ရှိရမည့်နေရာ(Hot-Air areas)ကို သီးခြားစီဖြစ်အောင်(separated) နေရာခြားထားသည်။ သို့သော်တချို့ လေပူများ(hot air)သည် လေအေးသာ ရှိရမည့်နေရာ(cold air areas hot-and cold-aisles)များဆီသို့ ရောက်သွားနိုင်သည်။ Rack များကို မျက်နှာချင်းဆိုင်(front-to-front) သို့မဟုတ် ကျောချင်းကပ်(back-to-back)ပုံစံဖြင့် နေရာချထားခြင်းကို hot-aisle and cold-aisle set-up ဟုခေါ်သည်။ Efficiency ပိုကောင်း စေရန်အတွက် လေပူများသာ ရှိရမည့် နေရာ(hot air areas hot-aisles)နှင့် လေအေးများသာရှိရမည့် နေရာ(cold air areas or cold-aisles)ဟူ၍ ပိုင်းခြား(separation) ထားသည်။

၁၀.၂ Hot- and Cold-Aisle Setup Suspended Ceiling

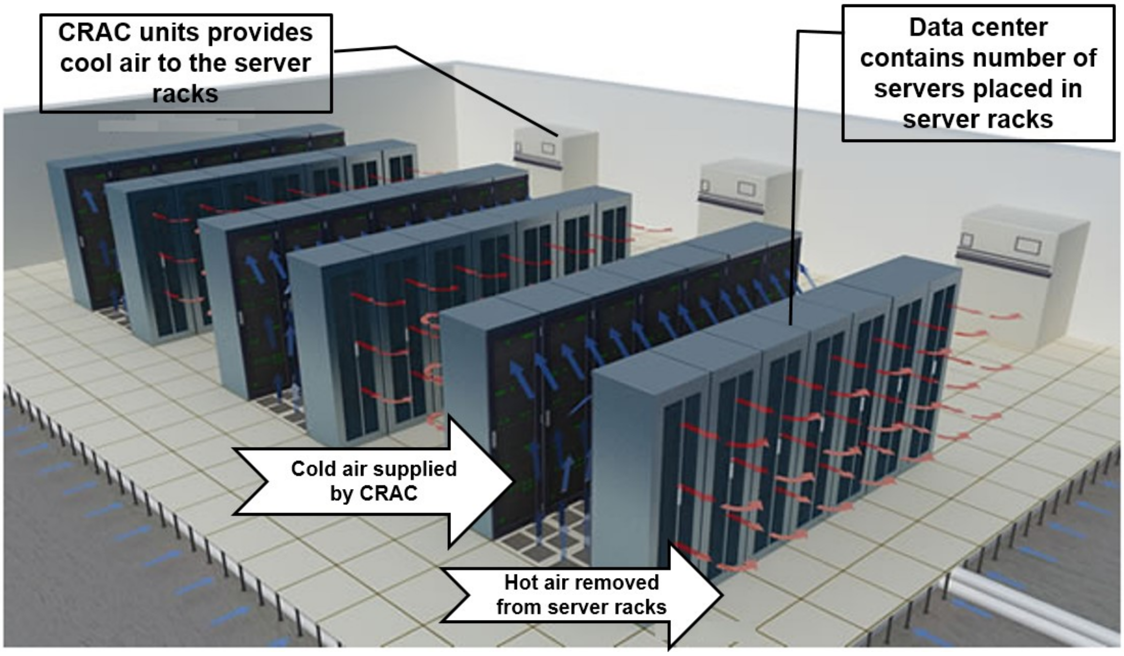
Rack များမှ ထွက်လာသည့် လေပူများ(hot-air)ကို လေအေးများ(cold-air)များနှင့် ရောနှောခြင်း (mixing) မဖြစ်ပေါ်စေဘဲ air-conditioner ဆီသို့ ပြန်လာစေရန်အတွက် suspended ceiling ကို အသုံးပြုထားသည်။ ထိုကဲ့သို့ suspended ceiling အသုံးပြုထားခြင်းကို Hot-and cold-aisle with suspended ceiling setup ဟုခေါ်သည်။ Suspended ceiling ကြောင့် လေပူများ (hot-air)သည် လေအေးများ(cold-air)များနှင့် ရောနှောခြင်း မဖြစ်ပေါ်ဘဲ air-conditioner ဆီသို့ ပြန်ရောက်လာနိုင်သောကြောင့် efficiency ပိုကောင်းလာသည်။ Hot-aisles နှင့် cold-aisles ကို ကောင်းစွာ ခွဲခြားရန်(better separation)အတွက် hot-air return ducts သို့မဟုတ် suspended ceiling ကိုအသုံးပြုသည်။

လေပူများ(hot air)ကို စုပ်ယူရန်အတွက် သတ်မှတ်ထားသည့် နေရာ(selected areas)ကို hot aisles ဟုခေါ်သည်။ hot-air return ducts သို့မဟုတ် suspended ceiling များသည် လေပူများ(hot air)ကို air conditioner ဆီသို့ ကောင်းစွာ ပြန်ရောက်စေရန်အတွက် အသုံးပြုထားသည်။

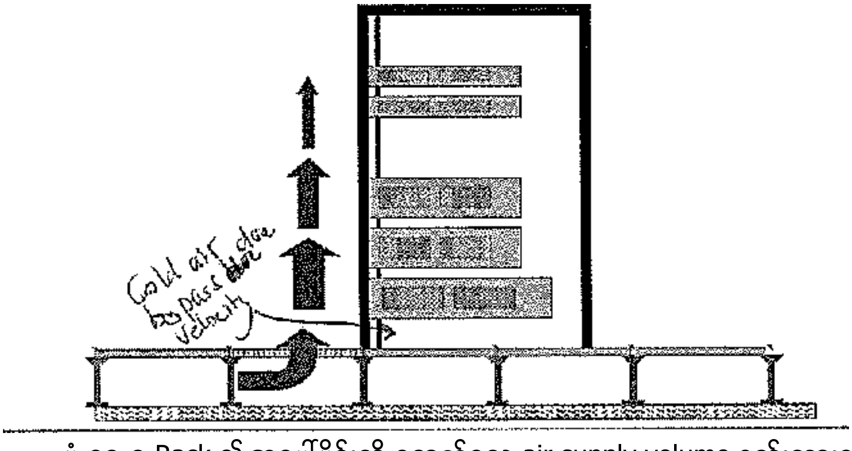
Hot-aisle and cold-aisle principle ကောင်းစွာ အလုပ်လုပ်စေရန်အတွက် air conditioner များကို မှန်ကန်သည့် နေရာတွင်(correct locations) နေရာချထားဆင်ထားရန် လိုအပ်သည်။

Air conditioner များကို hot-aisles နှင့် ထောင့်မှန်ကျ(perpendicular)အောင် နေရာချထားရမည်။ ထိုသို့ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် rack နောက်ကြောမှ လေပူများ(hot-air)များသည် air-conditioner ဆီသို့ အတိုဆုံး လမ်းကြောင်း(shortest path possible.)ဖြင့် ပြန်လည် ရောက်ရှိ (returning)လာသည်။

Air conditioner မှ ထွက်သွား(leaving) သည့် လေအေးများ(cold air) များသည် raise floor အတွင်းသို့ ရောက်ရှိ(flowing underneath)သွားပြီး လေဖိအား(air pressure) ညီညီညာညာ မြင့်တက်လာခြင်းသည် အားသာချက်(advantage) ဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၀-၃ CRAC unit များ ၊ Rack များနှင့် Perforated tile နေရာချထားပုံကို ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၁၀-၄ Rack ၏ အပေါ်ပိုင်းသို့ ရောက်လေ air supply volume နည်းသွားလေ အပူဖယ်ထုတ်နိုင်စွမ်း သို့မဟုတ် cooling capacity လျော့နည်းသွားလေဖြစ်သည်။

၁၀.၃ Placement of Equipment in Rack

Traditional cooling တွင် rack အောက်ခြေနေရာ(bottom)သည် အပေါ်ပိုင်းထက် ပိုအေး(colder than the top) နေလေ့ ရှိသည်။ Raised floor environment များတွင် rack များ၏ အောက်ခြေဘက်(bottom)၌ လေထုထည် ပိုများများ(more air supply volume) ရနိုင်သည်။ Rack ၏အပေါ်ပိုင်း(top)တွင် လေထုထည်(air volume) လျော့နည်းသွားသောကြောင့် cooling capacity လျော့နည်း(lower) သွားလိမ့်မည်။

Rack ၏ အပေါ်ပိုင်းသို့ ရောက်လေ အပူဖယ်ထုတ်နိုင်စွမ်း လျော့နည်းသွားလေဖြစ်သည်။

၁၀.၃.၁ Avoid Leakage and Short Circuit Air

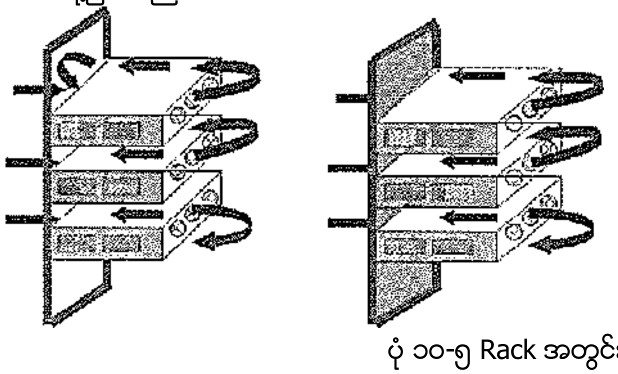
ကြမ်းခင်း(floor)များမှလည်း လေယိုစိမ့်ခြင်း(air leakage) ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ Rack များ အတွင်း၌ လေယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ပေါ်ခြင်း(air leakage) ကြောင့် back-wash ဖြစ်ပေါ်ကာ efficiency ကျဆင်းသွားလိမ့်မည်။

Raised floor တွင် လေအေး(cold air)များသည် ရောက်ရှိရမည့် နေရာဆီသို့သာ ရောက်သွားအောင် စီမံ ထားရမည်။ Perforated tile များကို စနစ်တကျနေရာချ(placement)ထားခြင်းဖြင့် air flow management ပြုလုပ်ရသည်။

Raised floor ၌ရှိနေသည့် တခြားအပေါက်များအားလုံး(all other openings)သည် လေယိုစိမ့်ခြင်း(air leakage)ကို ဖြစ်စေနိုင်သောကြောင့် ပိတ်ပစ်ရန် လိုအပ်သည်။ ကေဘယ်ကြိုးများ ဝင်ရောက်လာသည့် နေရာ(cable entry)မှ ဟ,နေသည့် နေရာလွတ်များ (rack ၏နောက်ကြောဘက်) အကြီးမားဆုံး ယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည့် နေရာ(leakage areas)ဖြစ်သည်။ လေယိုစိမ့်ခြင်း(air leakage)မှ ကာကွယ်ရန်အတွက် rack များ အတွင်း blanking/blind-panels များကို တပ်ဆင်ထားရမည်။

၁၀.၄ Temperature and Air Volume

လေထုထည် စီးနှုန်း၏ ယူနစ်မှာ CFM = Cubic Feet per Minute နှင့် CMH = Cubic Meter per Hour တို့ဖြစ်သည်။

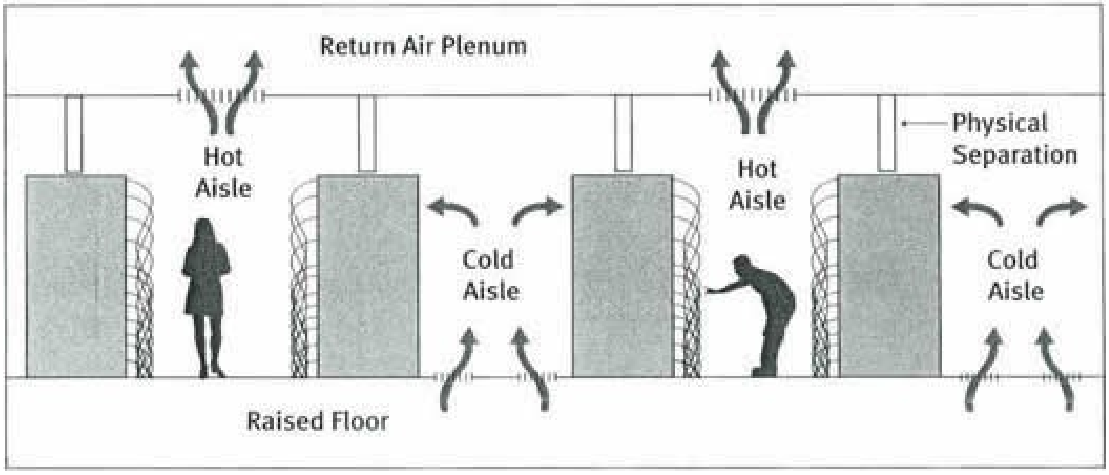


ပုံ ၁၀-၅ Rack အတွင်း လေစီးဝင်ပုံ

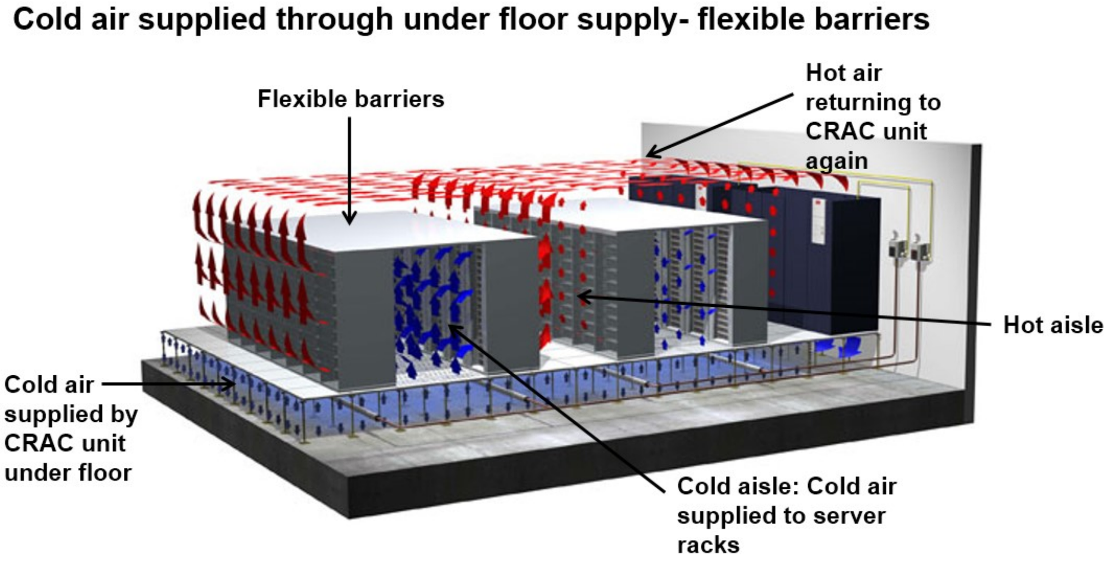
ICT equipment များ cooling လုပ်ရန်အတွက် အပူချိန်(temperature) နှင့် စိုထိုင်းဆ(humidity) တို့သည် ASHRAE မှ ထောက်ခံထားသည့် တန်ဖိုးများ(recommended values) အတွင်း၌ ရှိရမည်။ ICT equipment များကို ဖြတ်၍ လုံလောက်သည့် လေထုထည်(air volume) ဖြတ်သန်း(flow through) သွားစေရမည်။

Equipment များ အားလုံးအတွက် သတ်မှတ်ထားသည့် လေထုထည်စီးနှုန်း(certain air volume displacement) ရရှိရန် လိုအပ်သည်။

Raised floor အတွင်းသို့ ထည့်ပေးသည့် လေထုထည် စီးနှုန်း(CFM/CMH)သည့် rack များမှ လိုအပ်သည် CMH နှင့် ကိုက်ညီ ရမည်။ ဖြစ်ပေါ်နေသည့် cooling နှင့် သက်ဆိုင်သည့် ပြဿနာ(issues)များ မှာ temperature/humidity set points တို့ကြောင့် မဟုတ်ဘဲ air-conditioner များမှ သတ်မှတ်ထားသည့် လေထုထည် စီးနှုန်း(air volume flow rate) လျော့နည်း(shortage)ခြင်းကြောင့်သာ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၁၀-၅ Return air plenum သို့မဟုတ် suspended ceiling ပါဝင်သည့် hot-aisle နှင့် cold-aisle ခွဲခြားထားပုံ



ပုံ ၁၀-၆ CRAC unit များကို တစ်ဘက်တည်း၌သာ တပ်ဆင်ထားသည်။

၁၀.၅ Measure air-flow and compare to the requirements

ICT equipment အားလုံးသည် လိုအပ် cooling capacity ရရှိရန်အတွက် သတ်မှတ်ထားသည့် လေထုထည်(certain amount of air volume)ကို စုပ်ယူ(suck)သည်။ Raised floor မှ ထွက်လာသည့် လေထုထည်(air volume)သည် ICT equipment များ သို့မဟုတ် rack များမှ လိုအပ်သည့် လေထုထည်နှင့် ညီရမည်။ (total required by all equipment within the rack) သို့မဟုတ် ပိုများရမည်။

လေထုထည် မလုံလောက်ခြင်း(shortage of air volume)ကြောင့် cooling မလုံလောက်သည့် ပြဿနာများ(issues) ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မည်။ လေထုထည် မလုံလောက်ခြင်း(shortage of air volume)သည် computer room များတွင် အများဆုံး ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသည့် ပြဿနာတစ်မျိုး ဖြစ်သည်။

၁၀.၆ Perforated Tile and Equipment Placement

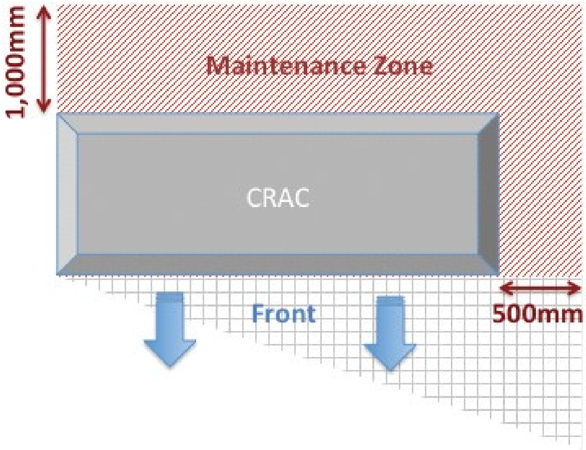
· Plenum အတွင်း၌ လိုအပ်သည့်လေဖိအား(pressure) ရှိနေရန်အတွက် perforated tile အရေအတွက်ကို ကန့်သတ်ထားရမည်။

ပုံမှန်အားဖြင့် rack တစ်ခု အတွက် perforated tile တစ်ခုသာ လိုအပ်သည်။(Typically only one tile per rack) ။ Perforated tile များကို cold aisles နေရာတွင် ထားရှိရမည်။

Heat load ညီညာအောင် data centre အတွင်း၌ equipment များကို ဖြန့်၍ နေရာချ(distribute)ထားရမည်။

အများဆုံးအပူထွက်နိုင်သည့်(hottest) equipment များကို air-conditioner နှင့် နီးသည့်နေရာ(near) တွင် နေရာချထားရမည်။ သို့သော် အလွန်နီးကပ်စွာ မထား(not too close)သင့်ပါ။။ အနည်းဆုံး (၁.၈)မီတာ သို့မဟုတ် (၆)ပေ (>1.8 Mtr / 6 Ft)ကွာဝေးရမည်။

Perforated tiles များကို နေရာအနှံ့အပြားတွင် ချထားခြင်းကြောင့် IT equipment များအတွက် လိုအပ်သည့် လေထုထည်(air volume) ရရှိလိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။ Rack သို့မဟုတ် equipment များ၏ လေဝင်ပေါက် (intake) နေရာတွင်သာ လေအေး (cold air) ရရှိနေအောင် လုပ်ပေးရန် လိုအပ်သည်။



ပုံ ၁၀-၇ CRAC unit အတွက် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုများပြုလုပ်ရန် နေရာ(maintenance zone) ချန်ထားပေးရန်လိုအပ်သည်။

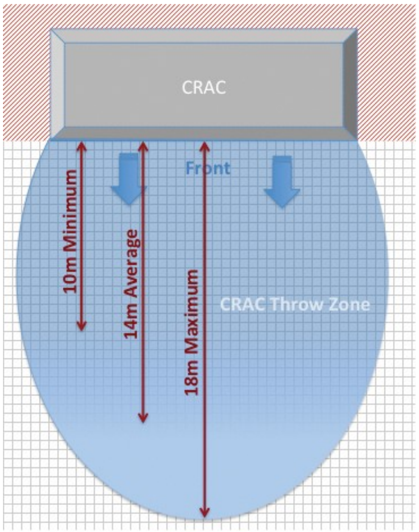
Rack အနောက်ဘက်(back)က အပူများ ထွက်လာသည်။ အပူ(heat)များ ကို computer room ထဲမှ ဖယ်ထုတ်ပစ်(extracted) ရမည်။ Perforated tiles များကို rack ၏ အရှေ့ဘက်(front)တွင် ထားရှိရမည်။ လေပူ(hot air)များကို အခန်း (room) အတွင်းမှ ဖယ်ရှားဖြစ်ရန်(moved out) အတွက် တတ်နိုင်လျှင် return air duct များကို အသုံးပြုရမည်။

စွမ်းအင်သုံးစွဲမှုများသည့်(high powered) equipment များအတွက် လေအေး(cold air)များ ပို လိုအပ်သောကြောင့် high powered equipment များကို rack ၏အနိမ့်ပိုင်းနေရာ(lower part)တွင် တပ်ဆင်ရမည်။ Perforated tiles နှင့် နီးသည့်နေရာတွင် လေထုထည်များများရနိုင် သောကြောင့် အပူဖယ်ထုတ်နိုင်စွမ်း ပိုကောင်းသည်။ Rack ၏ အောက်ခြေပိုင်းနေရာသည် အပူဖယ်ထုတ်နိုင်စွမ်း ပိုကောင်းသည်။

Air-conditioner မှ ပုံမှန်အားဖြင့် အဝေးဆုံးသို့ မှုတ်လွှတ်နိုင်သည့် အကွာအဝေး(maximum throw)သည် 12 — 18 meter / (40 — 60 ft) အတွင်း ဖြစ်သည်။

Air conditioner များသည် လေကို အသင့်အတင့် ဝေးသည့်နေရာသို့သာ ရောက်အောင် မှုတ်ပေး(throw air at a certain distance) နိုင်သည်။ Air conditioner ၏ capacity အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

အကယ်၍ rack များကို အတန်း(row)လိုက် နေရာချထားလျှင် air conditioner များမှ လေများ ဝေးသည့် နေရာသို့ ရောက်ရန် ခက်ခဲနိုင်သည်။ Rack row များ ရှည်လျားလွန်းလျှင် ထိပ်(၂)ဘက်စလုံး၌ air conditioner များ ထားရှိရန် လိုအပ်သည်။



ပုံ ၁၀-၈ ပုံမှန်အားဖြင့် အဝေးဆုံးသို့ မှုတ်လွှတ်နိုင်သည့် အကွာအဝေး(maximum throw) သည် 12 — 18 meter / (40 — 60 ft) အတွင်း ဖြစ်သည်။

ပုံ ၁၀-၉ CRAC unit များ ၊ Rack များနှင့် Perforated tile နေရာချထားပုံ (suspended ceiling return)

-End-

Contents

၁၀.၁ Principle of Raised Floor Design 1

၁၀.၂ Hot- and Cold-Aisle Setup Suspended Ceiling 3

၁၀.၃ Placement of Equipment in Rack 5

၁၀.၃.၁ Avoid Leakage and Short Circuit Air ....

၁၀.၄ Temperature and Air Volume 5

၁၀.၅ Measure air-flow and compare to the requirements.. 6

၁၀.၆ Perforated Tile and Equipment Placement 7