Chapter 8
Ventilation and Indoor Air Quality

Ventilation ၊ လေအရည်အသွေး(Indoor Air Quality) ၊ လေစစ်(Filter)များ အကြောင်းသည် ACMV အင်ဂျင်နီယာများ မဖြစ်မနေ သိနားလည်ထားရမည့် ခေါင်းစဉ်ခွဲများ ဖြစ်ကြသည်။

ဤအခန်းကို လေ့လာရခြင်း၏ ရည်ရွယ်ချက်မှာ ASHRAE Standard 62.1-2013 ventilation rate procedure များ၏ အဓိကကြသည့် သဘောတရားများကို ကောင်းစွာနားလည် သဘောပေါက်စေရန်(understand the main concepts)ဖြစ်သည်။ Cooling load တွက်ချက်မှုများတိကျမှန်ကန်စေရန်အတွက် ventilation rate ကို တိကျစွာ သတ်မှတ်ပေးရန် လိုအပ်သည်။ Ventilation rate ပမာဏ တိကျမှန်ကန်မှသာ ventilation ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည့် sensible heat load နှင့် latent heat load ကို တိကျစွာ တွက်ချက်နိုင်လိမ့်မည်။

လေအရည်အသွေး(IAQ) ဆိုးဝါးညံ့ဖျင်းခြင်းကြောင့် ရရှိနိုင်သည့် ဆိုးကျိုးများ

(၁) Discomfort

(၂) Health complaints

(၃) Sick Building Syndrome (SBS) and Building Related Illness (BRI)

(၄) Sickness absenteeism

(၅) Staff turnover

(၆) Health care cost

(၇) Productivity

(၈) Degradation of furnishing

(၉) Liability

၈.၁ Introduction

Air conditioning system တပ်ဆင်ထားသည့် အဆောက်အဦများတွင် လေအရည်အသွေး(Indoor Air Quality) ကောင်းအောင် ထိန်းနိုင်ခြင်းသည် အဓိက အချက်တစ်ခု ဖြစ်သည်။ IAQ ညံ့ဖျင်းမှုကြောင့် နာတာရှည် ရောဂါ ရခြင်း၊ ကျန်းမာရေး ညံ့ဖျင်းခြင်း၊ သက်သောင့်သက်သာ မဖြစ်ခြင်းနှင့် ကောင်းစွာ အလုပ် မလုပ်နိုင်ခြင်း စသည့် ဆိုးကျိုးများ ရရှိနိုင်သည်။

လေအရည်အသွေး(Indoor Air Quality) ညံ့ဖျင်းရသည့် အဓိကအချက်များမှာ လေထဲတွင် ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ်ဓာတ်ငွေ့များ၊ ကာဗွန်မိုနောဆိုဒ်(Carbon monoxide) ၊ အနံ့ဆိုးများ၊ အမှုန်များ(particles)၊ အညစ်အကြေးများ၊ ဓာတ်ငွေ့များ(gases)၊ ဇက်တီးရီးယားများနှင့် ရေခိုးရေငွေ့များ(vapors) ပါဝင်နေခြင်းကြောင့် ဖြစ်သည်။ လေအရည်အသွေး(indoor air quality) ကောင်းမွန်အောင် ဒီဇိုင်းလုပ်နိုင်ခြင်း၊ လေများကောင်းမွန်စွာ လည်ပတ်နေအောင် ထိန်းထားနိုင်ခြင်းသည် HVAC သို့မဟုတ် ACMV အင်ဂျင်နီယာများ၏ တာဝန်ဖြစ်သည်။ ဒီဇိုင်းလုပ်ခြင်း၊ တပ်ဆင်ခြင်း၊ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်း စသည့် လုပ်ငန်းများအားလုံးနှင့် သက်ဆိုင်သည်။

အမှုန်နှင့်အညစ်အကြေး(pollutants and contaminants) အမျိုးမျိုးတို့ ဖြစ်ပေါ်စေသည့် အကြောင်းရင်းများ (sources)နှင့် ကျန်းမာရေးနှင့် သက်ဆိုင်သည့် အကျိုးသက်ရောက်မှု(effects on health)များကို နားလည်သဘောပေါက်ရန် လိုအပ်သည်။ သို့မှသာ ဘေးအန္တရာယ်ကြီးမားပုံကို နားလည်ပြီး ကြောက်ရွံ့ဆင်ခြင်လိမ့်မည်။

အဆောက်အဦအတွင်းရှိ အညစ်အကြေး(pollutant)များနှင့် အမှုန်အမွှက်များ(contaminant) ဖြစ်ပေါ်စေသည့် အချက်များမှာ -

(၁) ညစ်ညမ်းမှုကို ဖြစ်ပေါ်စေသည့် အရင်းအမြစ်များ ရှိနေခြင်း(sources of pollutants)

(၂) Pollutant များ စုပ်ယူ၍ အဆောက်အဦအတွင်းသို့ ပြန်ထုတ်လွှတ်ခြင်း(ways pollutants can be absorbed and re-emitted into the building spaces.)

အဆောက်အဦအတွင်း လေအရည်အသွေး(Indoor Air Quality) အမြဲကောင်းမွန်နေစေရန် ထိန်းသိမ်းထားနိုင်သည့် နည်းလမ်းများ(ways of maintaining good IAQ)

(၁)အဆောက်အဦ၊ အခန်းအတွင်းရှိ ညစ်ညမ်းမှု ဖြစ်ပေါ်စေသည့်အရာများကို ထိန်းချုပ်ခြင်း (Controlling the source of pollutants within the space.)

(၂)အဆောက်အဦအတွင်း၊ အခန်းအတွင်းသို့ အညစ်အကြေးများ မဝင်ရောက်လာအောင် လေစစ်များကို အသုံးပြုခြင်း(Using filters to prevent pollutants and contaminants from entering the space.)

(၃)ညစ်ညမ်းမှုများ အားပျော့သွားအောင် သို့မဟုတ် လျော့နည်းသွားအောင် ပြုလုပ်ခြင်း(Diluting the pollutants and contaminants within the space.) ပြင်ပမှလေကောင်းလေသန့်များနှင့်ရောနှောပေးခြင်း

ASHRAE ပြဌာန်းချက်များတွင် ANSI approved standards on ventilation (၂) မျိုးရှိသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် ASHRAE သည် ANSI မှ ပြဌာန်းထားသည့် ventilation နှင့်သက်ဆိုင်သည့် စံချိန်စံညွှန်း (၂)မျိုးကို ယူသုံးထားသည်။

ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (Standard 62.1-2004)တွင် လူများ နေထိုင်ရာအခန်းများ သို့မဟုတ် အလုံပိတ်ထားသည့် နေရာများ အတွင်း၌ ရှိနေသူများ(all indoor or enclosed spaces that people may occupy)အတွက် IAQ နှင့် သက်ဆိုင်သည့် မဖြစ်မနေ လိုက်နာရမည့် အချက်များကို ဖော်ပြထားသည်။

(၁) ASHRAE/ANSI Standard 62.2-2004, Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low Rise Residential Buildings2(Standard 62.2)တွင် အထပ်နိမ့်သည့်လူနေအိမ်များ၊ လူနေထိုင်ရာ အခန်းများ (residential ventilation) အတွက် လိုက်နာရမည့် အချက်များကို ဖော်ပြထားသည်။

Standard 62.1-2004 ၏ scope သည် လူများ နေထိုင်ရာအခန်းများ သို့မဟုတ် အလုံပိတ်ထားသည့် နေရာများ အတွင်း၌ ရှိနေသူများ (all indoor or enclosed spaces that people may occupy)အတွက် ဖြစ်သည်။ လူနေအိမ်များ၏ မီးဖိုချောင်များ၊ ရေချိုးခန်းများမှ ရေခိုးရေငွေ့များထွက်ခြင်းနှင့် သက်ဆိုင်သည့် စံချိန်စံညွှန်းများ "Release of moisture in residential kitchens and bathrooms" အတွက် ဖြစ်သည်။

(၂) Standard 62.2 သည် အထပ်နိမ့် အဆောက်အဦ အတွင်းရှိနေသူများအတွက် လက်ခံနိုင်သည့် လေအရည်အသွေး ရရှိစေရန်အတွက် mechanical ventilation နှင့် natural ventilation system များ တပ်ဆင်ခြင်းအတွက် ဖြစ်သည်။ "mechanical and natural ventilation systems and the building envelope intended

to provide acceptable indoor air quality in low-rise residential buildings" အတွက် ဖြစ်သည်။

Ventilation air ထည့်ပေးရသည့် ရည်ရွယ်ချက်များ

(၁)အခန်းအတွင်း ရှိ လေထဲတွင် အောက်စီဂျင်ဓာတ်ငွေ့ လုံလောက်စေရန်(Provide oxygen)

(၂)ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် ဓာတ်ငွေ့ လျော့နည်းသွားစေရန် (Dilute CO_2)

(၃)ခန္ဓာကိုယ်မှ အနံ့ဆိုးများ ဖယ်ရှားရန် (Remove body odour)

(၄)ခန္ဓာကိုယ် သက်သောင့်သက်သာ ဖြစ်မည့် အပူချိန်တွင် ထိန်းထားရန် (Maintain body heat balance - thermal comfort)

(၅)တခြားသောအကြောင်းများ (e.g. control or dilute hazardous gases / vapours)

၈.၂ Air Pollutants and Contaminants

မလိုလားအပ်သည့် လေညစ်ညမ်းသည့်အရာများ(air pollutants and contaminants)သည် လေထဲတွင် ပါဝင်နေသည့် အရာများ(airborne constituents) ဖြစ်ကြသည်။ ထိုအရာများကြောင့် လက်ခံနိုင်သည့် လေအရည်အသွေးအဆင့်(acceptability of air) ကျဆင်းသည်။ လေကို ညစ်ညမ်းစေနိုင်သည့် သို့မဟုတ် လေအရည်အသွေး (indoor air quality)ကျဆင်းစေနိုင်သည့် အချက်များ မရေမတွက်နိုင်အောင် များပြားသည်။ အဆောက်အဦ အတွင်းမှ ဖြစ်ပေါ်လာသည့် အညစ်အကြေးများနှင့် ပြင်ပမှ ဝင်ရောက်လာသည့် အညစ်အကြေးများဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။ Table 8-1 တွင် ဖြစ်ပေါ်လေ့၊ တွေ့ရလေ့ရှိသည့် အညစ်အကြေးများ(common indoor air contaminants) နှင့် အများဆုံး ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည့် နေရာများ(common sources) တို့ကို ဖော်ပြထားသည်။

Table 8-1 Common air contaminants

Contaminants	Major Source
Particles (particulates)	Dust (generated inside and outside), smoking, cooking
Allergens (a substance that can cause an allergic reaction)	Molds, pets, many other sources
Bacteria and Viruses	People, moisture, pets
Carbon Dioxide (CO_2)	Occupants breathing, combustion
Odoriferous chemicals	People, cooking, molds, chemicals, smoking
Volatile Organic Compounds (VOCs)	Construction materials, furnishings, cleaning products
Tobacco Smoke	Smoking
Carbon Monoxide (CO)	Incomplete and/or faulty combustion, smoking
Radon (Rn)	Radioactive decay of radium in the soil
Formaldehyde (HCHO)	Construction materials, furniture, smoking
Oxides of Nitrogen	Combustion, smoking
Sulfur Dioxide	Combustion
Ozone	Photocopiers, electrostatic air cleaners

၈.၂.၁ ဇီဝပိုးမွှား အညစ်အကြေးများ (Micro-biological Contaminants)

(၁) Fungi

Wet carpet / furnishing / wall / ceiling / plumbing

(၂) Bacteria

Stagnant water in ventilation system

Cooling tower

Fountain, spa pool

Sprinkler

(၃) Others

Dust mite

Animal dander

Pest allergen

၈.၂.၂ Chemical Contaminants

- Inside Contamination
- building occupants e.g. CO_2
- building materials / contents e.g. asbestos
- new furniture e.g. formaldehyde
- office machines e.g. O_3
- cleaning agents e.g. corrosives
- human activities e.g. tobacco smoke

၈.၂.၃ Outside Contamination

- vehicle exhaust e.g. CO, particulates
- construction / renovation work e.g. dust
- ambient air pollutants (PSI index) e.g. haze

Table 8-2 Indoor air contaminants SS 554 IAQ recommendations

Parameter	Acceptable limit (8 hr)
CO	9 ppm
CO2	700 ppm above outdoor
HCHO	0.1 ppm
NO_2	100 ug/m3
O_3	0.1 ppm
Radon	150 Bq/m3
VOC	3 ppm
Asbestos	0.01 f/cc
Respirable dust	50 ug/m3
PM 2.5	35 ug/m3
Nicotine	NT
Ultra-fine particles	NA

၈.၂.၄ Stale Air vs Stuffy Air

Stale Air

- Inadequate fresh air (oxygen) supply
- High carbon dioxide CO_2 level
- O_2 level reduced
- Lethargy (dull or sluggish)

Stuffy Air

- Low air movement
- airflow not balanced
- low air flowrate
- poor air distribution & mixing
- Body heat not readily removed
- Stuffy

အနံ့ဆိုးများ(unpleasant odour)များ ထွက်ပေါ်လာနိုင်သည့် နေရာများ

(၁) ခန္ဓာကိုယ်မှ အနံ့ဆိုးများ(body odour)

(၂) ချက်ပြုတ်သည့်နေရာမှ အနံ့ဆိုးများ(cooked food)

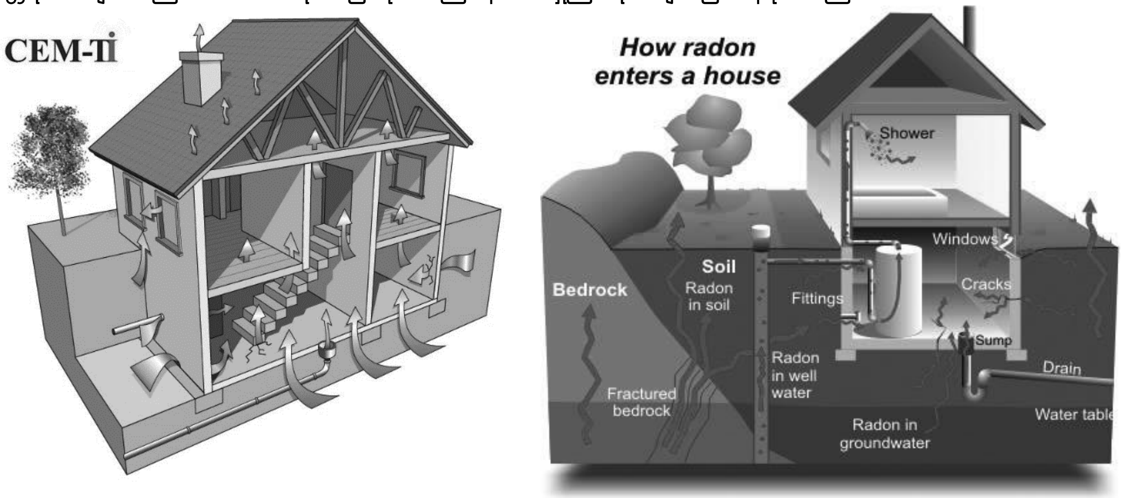
(၃) ကြမ်းတိုက် ဆပ်ပြာရည်များ၊ ဆေးကြောသည့် သန့်စင်သည့်နေရာမှ အနံ့ဆိုးများ(cleaning agents)

(၄) အိမ်သာ၊ သန့်စင်ခန်း၊ ရေသုံးသည့်နေရာမှ အနံ့ဆိုးများ(sanitary or sewage system)

(၅) ဆေးလိပ်မီးခိုးနံ့များ၊ အမွေးတိုင်၊ မီးလောင်ကျွမ်းသည့်နေရာမှ အနံ့ဆိုးများ(tobacco smoke)

၈.၃ Indoor Air Quality Effects on Health and Comfort

အသက်ဘေးအန္တရာယ်နှင့် ကျန်းမာရေးကို ထိခိုက်စေသည့်အချက်များကို လိုက်၍အမျိုးအစား ခွဲခြားသည်။ တချို့သော ညစ်ညမ်းမှုများသည် မခံမရပ်နိုင်အောင် ဆိုးဝါးသော်လည်း ရေရှည်တွင် မည်သည့် အန္တရာယ်ကိုမျှ မဖြစ်စေနိုင်ပေ။ သို့သော် တချို့သော ညစ်ညမ်းမှုများသည် ရှိနေမှန်း မသိနိုင်သော်လည်း အသက် ဆုံးရှုံးနိုင်သည့်အထိ အန္တရာယ် များသည်။ ကင်ဆာရောဂါ ဖြစ်နိုင်သည်။ နာတာရှည်ရောဂါများ ဖြစ်နေနိုင်သည်။



ပုံ ၈-၁ အဆောက်အဦအတွင်းသို့ gas radon များ ဝင်ရောက်လာပုံ

လက်ခံရှိရမည့် ဆိုးကျိုးအန္တရာယ်အဆင့်ကို လိုက်၍ ခွဲခြားထားသည်။

(က)ကုသ၍ မရနိုင်သည့် ရောဂါများ(fatal in the short-term)

(ခ) ကင်ဆာဖြစ်နိုင်ခြင်း(carcinogenic, cancer causing substances)

(ဂ) ကျန်းမာရေးထိခိုက်ခြင်း၊ ခြိမ်းခြောက်ခံခြင်း(health threatening)

(ဃ)သက်သောင့်သက်သာမဖြစ်ခြင်း၊ အလုပ်မလုပ်နိုင်ခြင်း၊ မအီမသာဖြစ်ခြင်း(annoying, with an impact on productivity and sense of well-being)

(က) Fatal in the Short-Term (အချိန်တို အတွင်း ကြီးမားသည့် အန္တရာယ် များစွာ ကျရောက်နိုင်ခြင်း)

အဆောက်အဦအတွင်းရှိ အညစ်အကြေး(contaminant)များကြောင့် ကျန်းမာရေး ထိခိုက်နိုင်သည်။ နာတာရှည် ရောဂါဖြစ်နိုင်သည်။ လေထဲတွင်ရှိနေသည့် ဓာတုဗေဒပစ္စည်းများ(airborne chemical substances)ကြောင့် အသက်အန္တရာယ် ရှိနိုင်သည်။ ကာဗွန်မိုနော့ဆိုဒ်(carbon monoxide) သို့မဟုတ် ရောဂါဖြစ်စေနိုင်သည့် ဗက်တီးရီးယားများ(disease-causing bacteria)နှင့် တခြားသော ဇီဝအညစ်အကြေး (other biological contaminants) စသည်တို့ ဖြစ်သည်။

ကာဗွန်မိုနောဆိုဒ်(Carbon monoxide)သည် အရောင်မရှိ၊ အနံ့ကင်းမဲ့သည့် ဓာတ်ငွေ့(colorless and odorless gas)ဖြစ်သည်။ အရာဝတ္ထုများ၊ လောင်စာဆီများ တစ်ဝက်တစ်ပျက် မီးလောင်ကျွမ်းခြင်း (incomplete combustion)မှ ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ ကာဗွန်မိုနော့ဆိုဒ်(Carbon monoxide)ကြောင့် နှစ်စဉ် လူပေါင်း များစွာ သေဆုံးရသည်။ Combustion appliance များဖြစ်သည့် မီးဖို(furnace)၊ ရေပူပေးစက်(water

heater)၊ မီးဖို(stove)တို့ ပျက်ခြင်း၊ ကောင်းစွာ အလုပ်မလုပ်ခြင်း(malfunctioning)မှ ထွက်ပေါ်လာသည်။

လောင်စာဆီသုံးသည့် အင်ဂျင်(combustion engine) သို့မဟုတ် မော်တော်ကား(motor vehicle) များကို အလုံပိတ်အခန်း(enclosed space)အတွင်း၌ ထည့်မောင်းခြင်းကြောင့် ကာဗွန်မိုနောဆိုဒ်(Carbon monoxide)များစွာ ထွက်လာနိုင်ပြီး အခန်းအတွင်း၌ အချိန်ကြာမြင့်စွာ ရှိနေနိုင်သည်။ Air con အခန်းအတွင်း သို့မဟုတ် အလုံပိတ်အခန်းအတွင်း၌ ဖယောင်းတိုင်၊ အမွေးတိုင်၊ ဆီမီး၊ ခြင်ဆေးခွေ ထွန်းခြင်းကြောင့် အလွန်ဆိုးဝါးသည့် နာတာရှည် ရောဂါ ရနိုင်သည်။

လေထဲတွင် ရှိနေသည့် ဗက်တီးရီးယားများကြောင့် ရောဂါများ ဖြစ်ပွားနိုင်သည်။ အဆုတ်ရောဂါများ ကူးစက်ပြန့်ပွားနိုင်သည်။ အဆုတ်ရောဂါရစေနိုင်သည့် ပိုးမွှားများ(ဗက်တီးရီးယားများ)သည် အလွန်သေးငယ်သောကြောင့် ပေ့ါပါးပြီး လေထဲတွင် ပျံ့လွင့်နေနိုင်သည်။ ကိုယ်ခံအားနည်းသည့်သူများ(weak immune system)ကို လျင်မြန်စွာ ရောဂါရနိုင်သည်။ ဗက်တီးရီးယား များသည် ပူနွေး၍ စိုထိုင်းဆများသည့် လေထဲတွင် အလွန်လျင်မြန်စွာ ပွားများနိုင်သည်။

Legionella ရောဂါဖြစ်နိုင်သည့် ဗက်တီးရီးယား များဖြစ်သောကြောင့် Legionella ဗက်တီးရီးယားဟု ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။ (Legionella is the bacteria that causes Legionnaire’s Disease.)။ Legionella ဗက်တီးရီးယား များသည် cooling tower အနီး လေထဲတွင် ရှိနေနိုင်သည်။ Legionella ဗက်တီးရီးယား များသည် အလွန်လျှင်မြန်စွာ ပေါက်ဖွားနိုင်(multiplies very rapidly in warm)သည်။ လဂျီးနီးယား(Legionella) ဗက်တီးရီးယားရှိနေသည့် ရေများ လေထဲသို့ ပက်ဖျန်း(splashed or sprayed) လျှင် airborne များ ဖြစ်ပေါ်က လူ့အဆုတ်အတွင်းသို့ တိုက်ရိုက် ရောက်ရှိ သွားနိုင်သည်။ အဆုတ်မှတစ်ဆင့် ခန္ဓာကိုယ် အနှံ့အပြားသို့ ရောက်ရှိသွားနိုင်သည်။ နာမကျန်း ဖြစ်ကာ အသက်အန္တရာယ် ဖြစ်နိုင်သည်။ Cooling tower နှင့် domestic water system များတွင် Legionella ဗက်တီးရီးယားများ ပေါက်ပွားနိုင်သည်။

(ခ) Carcinogens

Carcinogen များသည် ကင်ဆာရောဂါဖြစ်စေနိုင်သည့် အရာများဖြစ်သည်။ Carcinogen များ ရှိနေသည့်နေရာတွင် အချိန်ကြာမြင့်စွာ နေထိုင်ပါက ရောဂါရနိုင်သည်။ Carcinogen များများရှိလေ ရောဂါမြန်မြန်ရလေ ဖြစ်သည်။ Carcinogen ရှိသည့်နေရာတွင် အချိန်ကြာကြာနေထိုင်နိုင်လေ ရောဂါမြန်မြန်ရလေ ဖြစ်သည်။ Carcinogen ရှိနေမှန်း အလွယ်တကူ မသိနိုင်ပေ။ ချက်ချင်း ရောဂါလက္ခဏာ မပြပေ။ Concern များကြောင့် အဆုတ်ရောဂါနှင့် နှလုံးရောဂါများ ရရှိနိုင်သည်။ အခန်း အတွင်း၌ ဆေးလိပ်သောက်ခြင်းကြောင့် ဆေးလိပ်မသောက်သည့်သူများ ရောဂါရနိုင်သည်။ ဆေးလိပ်နံ့ကြောင့် ခေါင်းမူးခြင်း၊ အော့အန်ခြင်း၊ အနှောင့်အယှက်ဖြစ်ခြင်း စသည်တို့ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

Gas radon သည် carcinogen တစ်မျိုးဖြစ်သည်။ တချို့နေရာများတွင် gas radon ဖြစ်ပေါ်သည်။ Radioactive gas များတွင် radon ကို သဘာဝအားဖြင့် တွေ့မြင်နိုင်သည်။ အဆောက် အဦများ(buildings) အတွင်းသို့ radioactive gas ယိုစိမ့်သည့်အခါ လူများ ရှူရှိုက်မိခြင်း(inhaled)ကြောင့် ကင်ဆာရောဂါ ဖြစ်နိုင်သည်။ Radon ရှိနိုင်သည့် နေရာများတွင် လေဝင်လေထွက် ကောင်းအောင်လုပ်ခြင်း(venting the crawlspace) အက်ကြောင်းများကို ပိတ်ဆို့ခြင်း(sealing all cracks) သို့မဟုတ် အခန်းအတွင်း၌ ဖိအားအနည်းငယ်ပိုမြင့်အောင် ပြုလုပ်ထားခြင်း(by pressurizing the interior)ဖြင့် radon များ ဝင်ရောက်လာခြင်းကို လျော့ချနိုင်(minimize radon entry)သည်။ ထိန်းချုပ်နိုင်သည်။

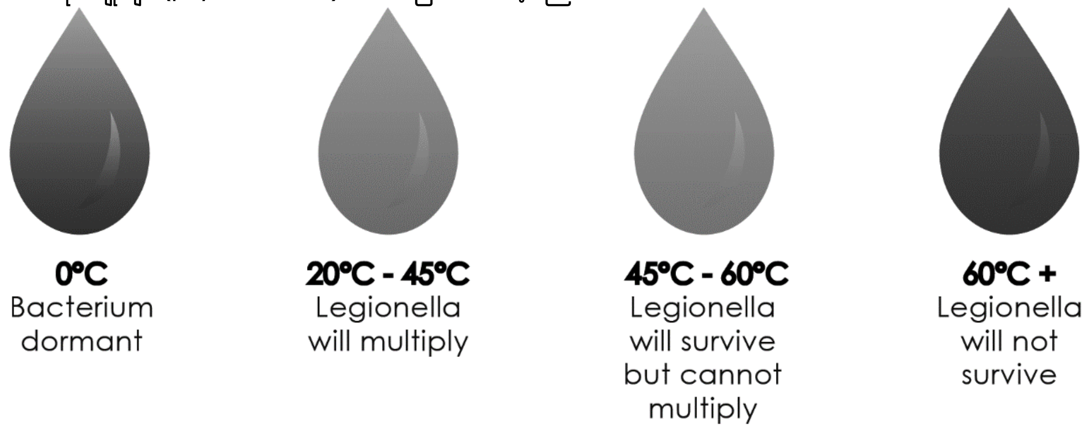
(ဂ) Health Threatening

Allergens ၊ volatile organic compounds ၊ bacteria ၊ viruses ၊ mold spores ၊ ozone နှင့် အမှုန်များ(particulates) စသည့် indoor air contaminant များကြောင့် မခံနိုင်အောင် အောင့်ခြင်း၊ အနေရ အထိုင်ရခက်ခြင်း(physically irritating) သို့မဟုတ် ကျန်းမာရေးကို ခြိမ်းခြောက်ခြင်း(health threatening) ဖြစ်စေနိုင်သည်။ နာတာရှည် ရောဂါနှင့် တခြားရောဂါဆိုးများ မဖြစ်စေနိုင်သော်လည်း မျက်စိ၊ နား၊ နှာခေါင်း၊

လည်ချောင်း စသည့် နူးညံ့သည့် တစ်သျှူးများ နေရာများတွင် ယားယံမှု ဖြစ်ပေါ်သည်။

အဆောက်အဦများအတွင်းသို့ ရောက်သည်နှင့်တစ်ပြိုင်နက် အနေရအထိုင်ရ ခက်သည့်ခံစားမှု (irritation) ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ အဆောက်အဦမှ ထွက်ခွာသွားသည်နှင့် တစ်ပြိုင်နက် ထိုခံစားရမှုပြဿနာများ အလိုအလျောက် ပျောက်ကင်းသွားသည်။ ထိုကဲ့သို့ ဖြစ်ခြင်းကို "sick building syndrome" ဟု ခေါ်သည်။

အနံ့ဆိုးများ ရှိနိုင်သည်။ ခန္ဓာကိုယ်မှ အနံ့ဆိုးများ၊ ဓာတုပစ္စည်းများမှ အနံ့ဆိုးများ၊ စားကြွင်းစားကျန်များမှ အနံ့ဆိုးများ စသည်တို့သည် ရောဂါမဖြစ်စေနိုင်သော်လည်း အာရုံမစိုက်နိုင်ခြင်း၊ ကောင်းစွာ အလုပ်မလုပ်နိုင်ခြင်းတို့ကို ဖြစ်စေသည်။ ထိုအနံ့ဆိုးများ၊ contaminant များ လုံလောက်အောင် များလာသည့်အခါ ၊ အန္တရာယ်ပြင်းပြင်း ထွက်လာသည့်အခါ(high enough concentrations) အလွန်သိမ်မွေ့ညင်သာသောကြောင့် သတိမပြုမိနိုင်လောက်အောင်(subtle enough not to be immediately noticed) တဖြည်းဖြည်းချင်း(gradual) ဆိုးကျိုးများ(physical effect) စတင် ဖြစ်ပေါ်လိမ့်မည်။

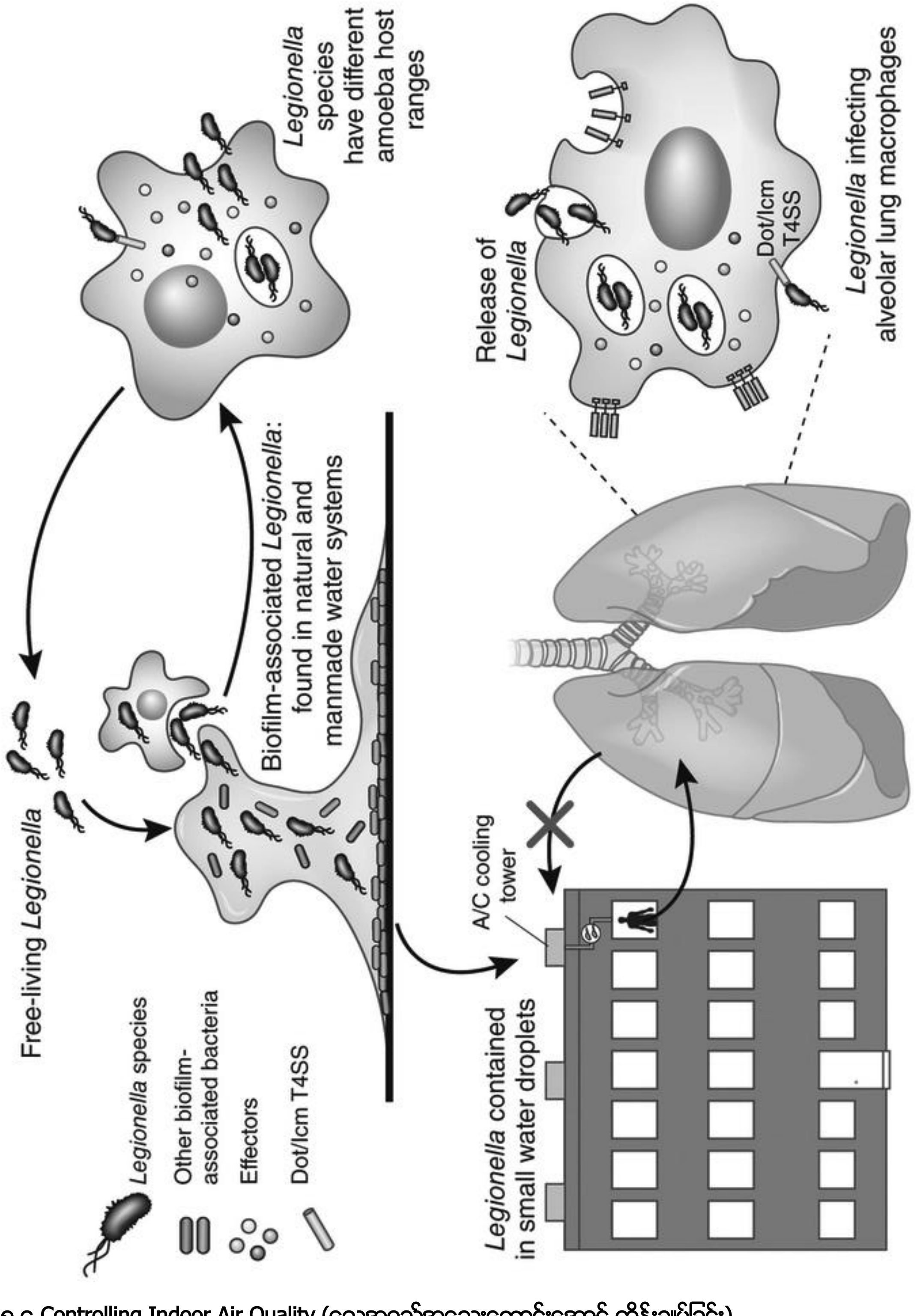


ပုံ ၈-၂ Ideal environments for Legionellae include;

- Water systems operating at less than 60°C
- Locations with pH values between 2.7 and 8.3
- Stagnated water
- Sediments/scalings inside pipes
- The presence nutrients and obstructions producing amoeba and biofilm

Table 8-3 Contaminants အမျိုးအစား နှင့် အသုံးပြုရမည့် filter များ

Contaminants	Particulate Filter MERV 13	Gas Phase Filter	Sources
CO_2	Not effective	Not effective	Indoor, human beings
VOC's	Not effective	Very effective	Outdoor, Indoor
NOx	Not effective	Little effective	Outdoor, Traffic
Particles	Very effective	Not effective	Outdoor, Indoor
Tobacco Smoke	Effective	Not effective	Indoor
Bacteria	Effective	Not effective	Outdoor, Indoor
Viruses, spores	Effective	Not effective	Outdoor, AIC Plant
SOx	Not effective	Little Effective	Outdoor, Heating
Ozone	Not effective	Very effective	Outdoor, EAC
Radon	Not effective	Not effective	Indoor, building material



ပုံ ၈-၃ Legionella life cycle. (From Legionella effectors reflect strength in diversity)

၈.၄ Controlling Indoor Air Quality (လေအရည်အသွေးကောင်းအောင် ထိန်းချုပ်ခြင်း)

လေအရည်အသွေး(IAQ)ကို လက်ခံနိုင်သည့် အဆင့်တွင် ထိန်းထားနိုင်ရန်အတွက် အောက်ပါနည်း (၃)နည်း ကို အသုံးပြုကြသည်။

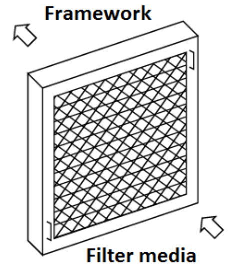
(၁) အညစ်အကြေးများ ထွက်ပေါ်လာသည့် နေရာများ၊ အကြောင်းရင်းများကို ထိန်းချုပ်ခြင်း(source control)

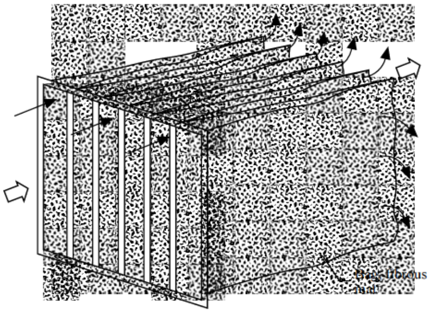
(၂) ဝင်ရောက်လာသည့် အညစ်အကြေးများကို သန့်စင်ခြင်း၊ ဖယ်ရှားခြင်း(filtration)နှင့်

(၃) ရှိနေသည့် အညစ်အကြေး၏ ပြင်းအားလျှော့နည်းအောင် ပြုလုပ်ခြင်း(dilution) တို့ဖြစ်သည်။

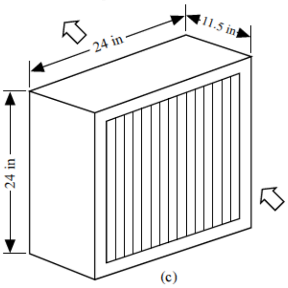
၈.၄.၁ IAQ Control Method 1: Source Control

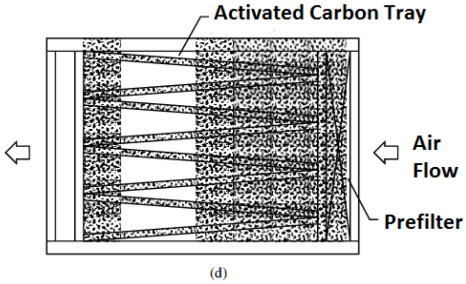
လက်ခံနိုင်သည့် လေအရည်အသွေး(acceptable indoor air quality)အဆင့်တွင် ထိန်းထားနိုင်ရန်အတွက် အရေးကြီးသည့် အချက်ဖြစ်သည်။ အညစ်အကြေးများ(contaminants and pollutants) ဖြစ်ပေါ်သည့် နေရာများ (sources)ကို ထိန်းချုပ်ခြင်းသည် လေအရည်အသွေး(indoor air quality)ဆိုးဝါးစေမည့် အရင်းအမြစ်(sources) များကို ထိန်းချုပ်(controlled)ထားနိုင်သည်။



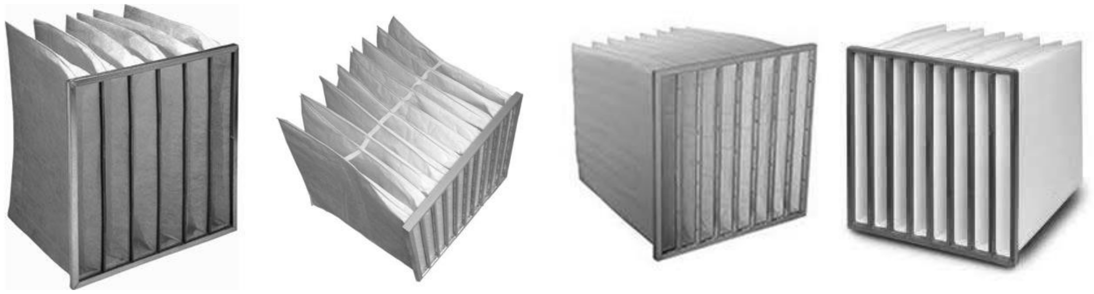


ပုံ ၈-၄ (a) low efficiency (b) medium efficiency,





ပုံ ၈-၄ (c) HEPA and ULPA filters (d) activated carbon filter.



ပုံ ၈-၄ (e) Bag filters

အခန်းအတွင်းသို့ ဝင်ရောက်နိုင်သည့်နည်းများကို နားလည် သဘောပေါက်ပြီးနောက် မဝင်ရောက်နိုင်အောင် ကာကွယ်ခြင်း၊ တားဆီးခြင်း(by restricting their access to the space) ဒီဇိုင်းလုပ်ခြင်း(by design) သို့မဟုတ် သင့်လျော်မှန်ကန်သည့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုများ ပြုလုပ်ခြင်း(by appropriate maintenance procedures) နှင့်ထွက်လာသည့်အခန်းမှ လေများကို စုပ်ထုတ်ပစ်ခြင်း(by exhausting pollutants that are generated within the space) အဆောက်အဦအတွင်း၌ volatile solvents နှင့် မီးခိုး ဖြစ်ပေါ်စေသည့်အရာများကို သိမ်းဆည်းခွင့် မပေးခြင်းနှင့် ပြုလုပ်ခွင့် မပေးခြင်းတို့ ဖြစ်သည်။ Standard 62.1-2004 တွင် ဖော်ပြထားသည်။

Humidifier များတွင် အသုံးပြုမည့်ရေသည် သောက်သုံး နိုင်သည့် ရေသန့် သို့မဟုတ် ထိုအဆင့်နီးပါးရှိသော အရည်အသွေးမြင့်သည့်ရေ(shall originate directly from a potable source or from a source with equal or better water quality) ဖြစ်ရမည်။ တချို့သော အဆောက် အဦများကို humidification လုပ်ရန်အတွက်

ရေနွေးငွေ့(steam)များကို အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ ရေနွေးငွေ့ထဲတွင် သံချေးမတက်အောင်ထည့်ထားသည့် ဓာတုပစ္စည်းများ(anti-corrosion additives) ပါဝင်သောကြောင့် ကျန်းမာရေး ထိခိုက်နိုင်သည်။ ယခုအခါ ရေနွေးငွေ့များဖြင့် တိုက်ရိုက် humidification လုပ်ခြင်းကို ခွင့်မပြုတော့ပေ။

၈.၄.၂ IAQ Control Method 2: Filtration

Filtration ဆိုသည်မှာ လေထဲမှ အညစ်အကြေးများကို သန့်စင်ခြင်း သို့မဟုတ် ဖယ်ထုတ်ခြင်း(removal of contaminants from the air) ဖြစ်သည်။ အမှုန်များ(particulate)၊ အမှုန်အရွယ်အစားအားလုံး(particles of all sizes)နှင့် gaseous contaminants နှစ်မျိုးလုံးကို ဖယ်ရှားပစ်နိုင်သည်။ ပါဝင်နေသည့် ဓာတ်ငွေ့များ(gaseous contaminants)ကို ဖယ်ထုတ်ခြင်း၊ သန့်စင်ခြင်း(gaseous filtration)သည် အထူးပြုဘာသာရပ် ဖြစ်သောကြောင့် ဤစာအုပ်တွင် ဖော်ပြမထားပေ။

Particulate filter များသည် filter medium ဖြင့် အမှုန်(particle)များကို တားဆီး(trapped by)ပေးသည်။ အမှန်တကယ် ရရှိနိုင်သည့် လေစစ်၏ စွမ်းဆောင်ရည်(actual performance of a filter)သည် အချက်များစွာ (several factors) အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

(၁) အရွယ်အစား(particle size)
(၂) လေစစ်ကို ဖြတ်သွားသည့် လေအလျင်(air velocity through the filter medium)
(၃) အသုံးပြုထားသည့် ပစ္စည်းအမျိုးအစား (filter material) နှင့်
(၄) လေစစ်တွင် အမှိုက်များ စုဝေး(dirt buildup on the filter) ရှိနေခြင်း တို့ဖြစ်သည်။

Filter များ တစ်ခုနှင့် တစ်ခု ကောင်း၊ မကောင်း နှိုင်းယှဉ်ရန်အတွက် စိစစ်ရမည့် လေစစ်၏ အဓိကကျသည့် အချက်များ(main operating characteristics used to distinguish between filters)မှာ

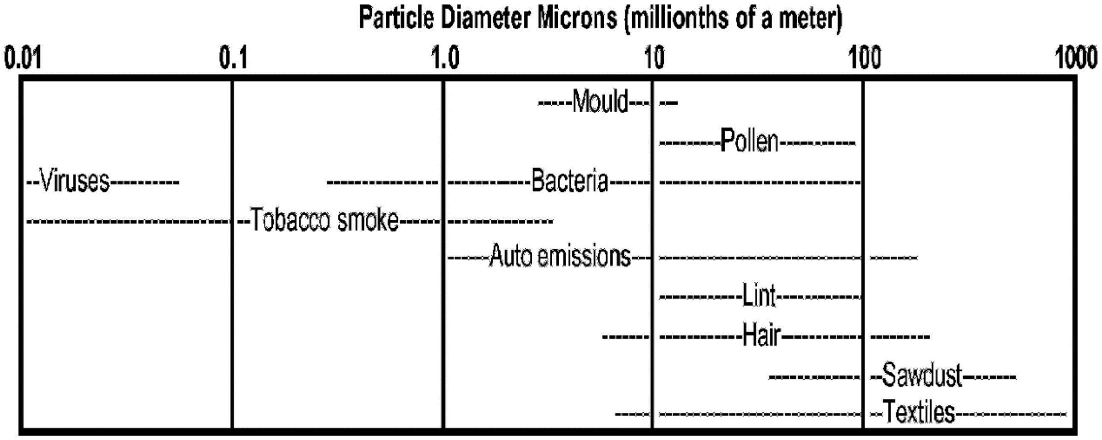
(က) Efficiency in removing dust particles of varying sizes
(ခ) Resistance to airflow နှင့်
(ဂ) အမှုန် စုစည်းသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း(dust holding capacity) (weight per filter) တို့ဖြစ်သည်။

အစဦးကုန်ကျစရိတ်(initial purchase cost) မောင်းနှင်သည့် ကုန်ကျစရိတ်(operating cost)နှင့် effectiveness တို့ကို အခြေခံ၍ မိမိလိုအပ်ချက်နှင့် ကိုက်ညီမည့် လေစစ်(filter)အမျိုးအစား၊ အရွယ်အစားကို ရွေးချယ်ကြသည်။

> ယေဘုယျအားဖြင့် အစဦးကုန်ကျစရိတ်(initial cost)နှင့် operating cost တို့သည် ဖယ်ရှား သန့်စင်ပစ်ရမည့် အမှုန်အရွယ်အစား(size of the particles that need to be filtered out)နှင့် လေစစ်၏ efficiency တို့အပေါ် မူတည်သည်။ အမှုန် အရွယ်အစားသေးငယ်လေ efficiency ပိုကောင်းရန် လိုအပ်လေ၊ ဈေးပိုကြီးလေ ဖြစ်သည်။ (the smaller the particle size and the greater the efficiency required, the more expensive the filter costs) သေးငယ်သည့် အမှုန်များကို efficiency ကောင်းကောင်းဖြင့်သာ စစ်နိုင်သည်။ Efficiency ကောင်းသည့် filter သည် အလွန်ဈေးကြီး လိမ့်မည်။

Filter performance နှင့်သက်ဆိုင်သည့် အချက်အလက်များ(information)သည် စံချိန်စံညွှန်း(standard) ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ HVAC လုပ်ငန်းခွင်(industry)အတွက် ASHRAEမှ standards နှစ်ခု သတ်မှတ် ပေးထားသည်။

(၁) ASHRAE Standard 52.1-1992 နှင့်
(၂) Gravimetric and Dust Spot Procedures for Testing Air Cleaning တို့ဖြစ်သည်။

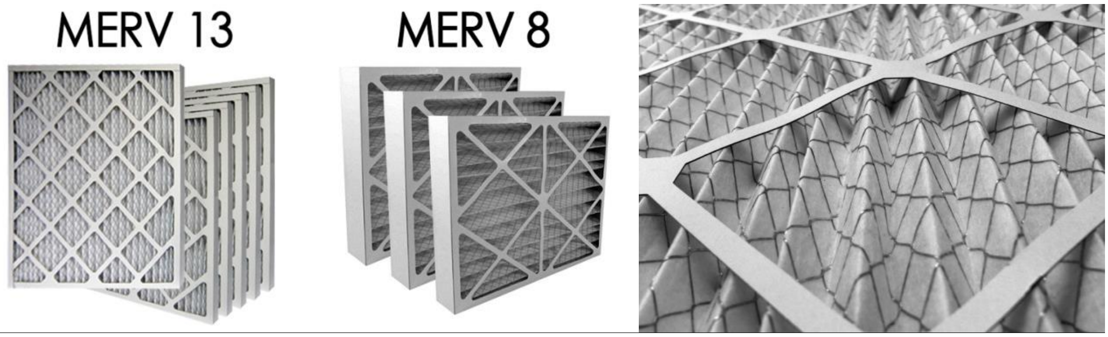


ပုံ ၈-၅ Particle Diameter, Microns (millionths of a meter)

General Ventilation တွင် အမှုန်အမှိုက်များ ဖယ်ရှားရန်အတွက် အသုံးပြုသည့် ကိရိယာများ(devices) အတွက် Standard 52.1 ပြဋ္ဌာန်းထားသည်။ (Devices used in for Removing Particulate Matter-4,Standard 52.1)။ တစ်နည်းအားဖြင့် လေစစ်(fitter)များကို Standard 52.1 အရ စစ်ဆေး(test) ရသည်။ "ASHRAE atmospheric dust spot efficiency" နှင့် "ASHRAE arrestance" တို့ကို စစ်ဆေးရသည်။

"Dust spot" efficiency ဆိုသည်မှာ အမှုန်များကို မည်မျှကောင်းစွာ သန့်စင်နိုင်သည်ကို တိုင်းတာခြင်း (measure of how well the filter removes the finer particles that cause staining) ဖြစ်သည်။ "Arrestance" ဆိုသည်မှာ လေစစ်၏ခုခံအား မမြင့်တက်မီ စုဆောင်းရရှိသည့် အမှုန်များ၏ အလေးချိန်ကို တိုင်းခြင်း(measure of the weight of dust that is collected before the resistance of the filter rises excessively) ဖြစ်သည်။ Dust spot efficiency မှ filter performance နှင့်သက်ဆိုင်သည့် မည်သည့်အချက်အလက်ကိုမျှ သိပ်မသိနိုင်ပါ။

အရွယ်အစားမတူညီသည့် အမှုန်များ(different particle sizes)များကို သန့်စင်သည့်အခါ filter များ၏ ကောင်း၊ မကောင်း ခွဲခြားရန် ခက်ခဲသည်။ သန့်စင်ရမည့် အမှုန် အရွယ်အစား(particle sizes)မတူညီလျှင် ရရှိနိုင်သည့် filter efficiency မတူညီနိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် စံချိန်စံညွှန်းအသစ်ဖြစ်သည့်(new standard) ASHRAE Standard 52.2-1999 ကို ထပ်မံ ပြဋ္ဌာန်းခဲ့သည်။



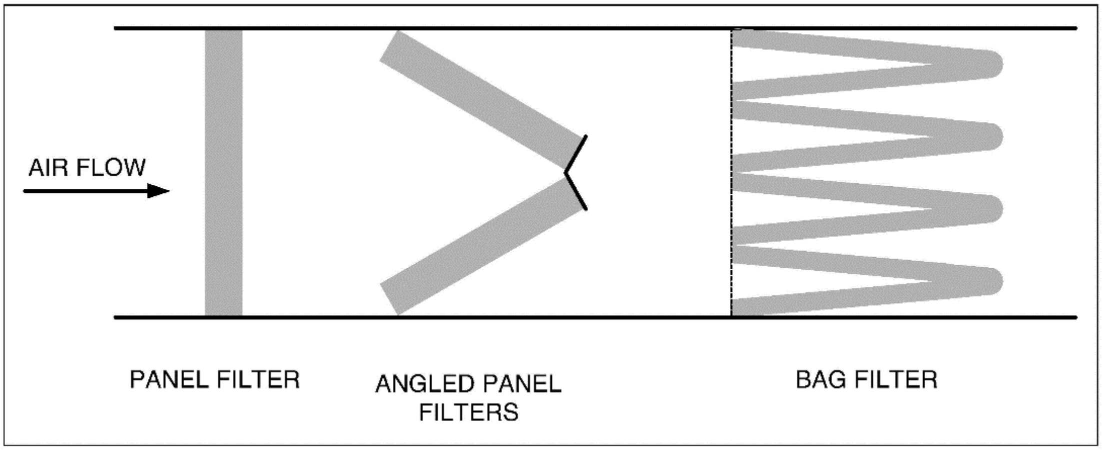
ပုံ ၈-၆ MERV 13 filter and MERV 8 filter

Method of Testing General Ventilation Air Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size သည် အမှုန်အရွယ်အစားကို အခြေခံ၍ လေသန့်စင်သည့် ကိရိယာများ၏ efficiency ဖြစ်သည်။ Particle counter ကို အသုံးပြု၍ အမှုန်အရေအတွက်(count the number of particles)ကို ရေတွက်သည်။

အရွယ်အစား(၁၂)မျိုး(twelve different size fractions)ကို အခြေခံ၍ လေစစ်(filter)များ "Minimum Efficiency Reporting Values" (MERV)အဆင့်(၂၀) ခွဲခြားထားသည်။ အရွယ်အစားအားဖြင့် (၁၂)မျိုးခွဲခြားထားပြီး၊ MERV အဆင့်(၂၀) ခွဲခြားထားသည်။

Efficiency အညံ့ဆုံးလေစစ်(least efficient filter)သည် MERV 1 ဖြစ်၍ အကောင်းဆုံးလေစစ်(most efficient)သည် MERV 20 ဖြစ်သည်။ Table 8-4 တွင် စွမ်းဆောင်ရည်နှင့် အသုံးပြုပုံ(typical filters with their range of performance and typical applications)ကို ဖော်ပြထားသည်။

Filter media မျိုးစုံနှင့် လေစစ်(filter)အမျိုးမျိုး ရရှိနိုင်သည်။ အရိုးရှင်းဆုံး(simplest)၊ ဈေးအပေါဆုံး (cheapest)နှင့် အညံ့ဆုံး(generally least effective)သည် panel filter များ ဖြစ်ကြသည်။ Panel filter များကို အိမ်သုံး air conditioning unit (residential system)တွင် အသုံးပြုသည်။ လေစီးကြောင်း(air stream)ထဲတွင် filter media ကို အလျူမီနီယံ ဆန်ခါဖြင့် ညှပ်ပြီးထည့်ထားသည်။ ဖြုတ်ထုတ်၍ ဆေးကြောနိုင်သည့် လေစစ်အမျိုးအစားများကို washable filter ဟု၍ ခေါ်ဆိုလေ့ရှိသည်။



ပုံ ၈-၇ Basic Filter Media Filter Arrangements

Panel filter များ၏ အဆင့်သည် MERV rating 1 မှ 3 အတွင်း ဖြစ်သည်။ Panel filter များ fiberglass cloth များကို media အဖြစ် အသုံးပြုသည်။ Panel filter များ အဆင့်သည် MERV 4 ဖြစ်သည်။

ဝယ်ယူသူများ တတ်နိုင်သည့်ဈေးဖြင့် ရောင်းနိုင်အောင် ပုံစံအမျိုးမျိုး၊ အရွယ်အစား အမျိုးမျိုး ထုတ်လုပ်ကြသည်။ Panel filter များ၏ performance ပိုကောင်းစေရန်အတွက် လေစစ်ကို ထောင့်တစ်ခု စောင်း၍ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ လေစစ်ကို စောင်းလိုက်သောကြောင့် လေစစ်နိုင်သည့်နေရာပိုကျယ်(extended surface) လာသည်။ ထို့ကြောင့် လေစစ်ကို ဖြတ်သန်းနေသည့် လေအလျင် လျော့နည်းသွားကာ performance ပိုကောင်း လာသည်။ လေစစ်မည့် နေရာတွင် ဧရိယာကျယ်အောင် ပြုလုပ်ခြင်းသည် လေအလျင်(velocity) လျော့နည်း သွားစေကာ filter များ၏ performance ပိုကောင်းအောင် ပြုလုပ်နိုင်သည့် နည်းတစ်မျိုးဖြစ်သည်။ လေအလျင်(velocity) လျော့နည်းစေခြင်းဖြင့် filtering performance နှင့် အမှုန် စုစည်းသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း(dust holding capacity) ပိုကောင်းအောင် ပြုလုပ် နိုင်သည်။ Pleating လုပ်ခြင်းဖြင့် media ကို pleated media filter များသည် MERV range 5 မှ 8 အတွင်းဖြစ်သည်။

အမှုန်များကို စုဆောင်းသိမ်းဆည်းပေးနိုင်စွမ်း(dust holding capacity) ပိုကောင်းစေရန်အတွက် media ကို တစ်မီတာရှည်သည့် အိတ်ကဲ့သို့ ပြုလုပ်(formed into bags of up to approximately 1 meter deep)၍ တောင့်တင်း(reinforced)အောင် ပြုလုပ်ထားရသည်။ System မောင်းနေချိန်(in operation)တွင် လေအိတ်(bag)များ အတွင်းသို့ လေများ ဝင်ရောက်လာခြင်း(flow of air)ကြောင့် ဖောင်းလာသည်။

ပုံ(၈-၇)တွင် filter များတပ်ဆင်ထားပုံ(arrangements)ကို ဖော်ပြထားသည်။

Filter performance နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အချက်နှစ်ချက်မှာ filter media နှင့် လေအလျင်(air velocity through the media) ဖြစ်သည်။

၈.၄.၃ Plated Filters and Bag Filters

လေထဲတွင် အမှုန်(dust particles) အရွယ်အစား အမျိုးမျိုး ရှိနေနိုင်လျှင် လေစစ်(filter) အကြမ်းနှင့် အနုနှစ်မျိုး အတူတွဲ၍ အသုံးပြုကြသည်။ အရွယ်အစားကြီးမားသည့် အမှုန်များကို စစ်ယူ သိမ်းဆည်းရန် အပေါက်ကျဲသည့် အလွှာတစ်ခု(a coarse first layer to collect most of the large particles)ပါရှိသည်။ ထို့နောက် အပေါက်စိတ်သည့်အလွှာများ အထပ်ထပ်ပြုလုပ်၍ သေးငယ်သည့်အမှုန်များကို စစ်ယူသည်။ ဤကဲ့သို့ အဆင့်ဆင့် ခွဲ၍ စစ်ယူခြင်းကြောင့် နောက်ဆုံးအလွှာသည် အရွယ်အစားကြီးမားသည့် အမှုန်များကြောင့် ချက်ချင်းပိတ်ဆို့ခြင်း(final fine layer does not get quickly clogged with large particles) မဖြစ်ပေါ်တော့ပေ။

အရှေ့တွင် ထား၍ အရွယ်အစားကြီးမားသည့် အမှုန်များကို စစ်ယူသိမ်းဆည်းမည့် အကြမ်းစား filter များကို pre filter ဟုခေါ်သည်။ Pre filter များသည် plate filter များဖြစ်ကြသည်။ ၎င်းနောက်တွင် bag filter များကို တပ်ဆင်ထားသည်။ ထို့ကြောင့် plate filer နှင့် bag filter တွဲ၍ အသုံးပြုလေ့ရှိကြသည်။

Pleated filter နှင့် bag filter များကို တွဲ၍ တပ်ဆင်ထားသောကြောင့် မျက်နှာပြင် ပိုကျယ်(extend the surface of the filter)လာသည်။ Filter အတွင်း၌ ဖြတ်သွားသည့် လေအလျင်ကို လျှော့ချခြင်းကြောင့် အမှုန်စုစည်း သိမ်းဆည်းနိုင်သည့် ဧရိယာ(collection area) ပိုများလာသည်။ အမှုန်များ(particles)ကို စုဆောင်း သိမ်းဆည်းပေးနိုင်စွမ်း(dust holding capacity) ပိုကောင်းလာသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် လေများ ဖြည်းညင်းစွာ ဝင်ရောက်လာသောကြောင့် အမှုန်များကို ဖမ်းဆီးနိုင်စွမ်းနှင့် သိမ်းဆည်းထားနိုင်စွမ်း ပိုကောင်းလာသည်။

Ventilation system များအတွက် MERV 8 ထက် ပိုကောင်းသည့် လေစစ်များ(filters)ကို အသုံးပြုရန် လိုအပ်လျှင် ၎င်း၏ အရှေ့တွင် အမှုန်ကြီးများနှင့် အင်းဆက်များကို တားဆီးရန်(catch the large particles lint and insects) MERV 4 or less အဆင့်ရှိ pre-filter များနှင့် တွဲ၍ အသုံးပြုသည်။ ကြီးသည့် အမှုန်(large particles)များကို course filter များဖြင့် ဖယ်ရှားပစ်ခြင်းသည် လေစစ်အနုများ၏ သက်တမ်း ပိုရှည်(prolong the life of the better filter) စေသောကြောင့် ကြာရှည်ခံသည်။ ပို၍ တွက်ခြေကိုက်သည်။

၈.၄.၄ Electronic filter

Electronic filter များကိုလည်း တပ်ဆင် အသုံးပြုနိုင်သည်။ Electronic filter များတွင် ဝါယာကြိုး တန်းများ (array of wires)အကြားအတွင်း လေများ ဖြတ်သန်း(air passes through) သွားသည်။ ဝါယာ(wires) များကို အလွန်မြင့်သည့် ဗို့အား(high voltage) လွှတ်ထားသောကြောင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်(electrical charge) ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

Electronic filter များတွင် ပလိပ်ပြား(plate) နှစ်ပြား ပါဝင်သည်။ လေထဲရှိ အမှုန်များ(dust particles)သည် ဗို့အား အမြင့်တစ်လှည့်၊ အနိမ့်တစ်လှည့် ဖြစ်ပေါ်နေသည့် ပလိပ်ပြားနှစ်ခုအကြား(a set of flat plates that alternate between high voltage and low voltage) လေများ ဖြတ်သန်းသွားသည့်အခါ အမှုန်များ(dust particles)သည် လျှပ်စစ်ဓာတ်သယ်ဆောင်ထားသည့် အမှုန်များ(charged dust particles) ဖြစ်သွားသည်။ ထိုအမှုန်များသည် ပလိပ်(plates) တစ်ခု၏ ဆွဲငင်ခြင်း ခံရကာ လေကြောင်းအတွင်းမှ ဖယ်ရှားခြင်းခံရသည်။

Electronic filter များသည် အလွန် efficient ဖြစ်သည်။ Performance အမြဲကောင်းအောင် ထိန်းထားနိုင်ရန်အတွက် ပုံမှန်ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းမှုများ၊ သန့်ရှင်းမှုများ ပြုလုပ်ရန်လိုအပ်သည်။ ကြီးမားသည့် system များ electronic filter များတွင် performance ကို ပုံမှန် ထိန်းထားရန်အတွက် အလိုအလျောက် ဆေးကြောသည့်စနစ် (automatic wash system) ပါဝင်သည်။

Table 8-4 Typical filters with their range of performance and typical applications

MERV	Typical Contaminant	Typical Application
13 thru 16	0.30 to 1.0 micron. All bacteria, most tobacco smoke, droplet nuclei, cooking oil, copier toner, face powder, paint pigment	Hospital inpatient care, general surgery, smoking lounges, superior commercial buildings
9 thru 12	1.0 to 3.0 microns. Legionella, lead dust, milled flour, coal dust, auto emissions, nebulizer drops, welding fumes	Superior residential, better commercial buildings, hospital laboratories
5 thru 8	3.0 to 10 microns. Mold, spores, hair spray, cement dust, snuff, powdered milk	Commercial buildings, better residential, industrial workplace, paint booth inlets
1 thru 4	Larger than 10.0 microns. Pollen, Spanish moss, dust mites, sanding dust, paint spray, dust, textile fibers, carpet fibers	Minimum filtration, residential, window air conditioners

Current Filter Testing Method - Media Filter

Table 8-5 ASHRAE 52.2 and EN 779

USA - ASHRAE 52.2				ASHRAE 52.1
Class.	Separation Performance - %			
	Particle Size Range Efficiency			Arrestance
MERV	0.3 – 1 µm	1 – 3 µm	3 – 10 µm	ASHRAE Test Dust
1	Not Applicable	Not Applicable	< 20	< 65
2			< 20	65 - 70
3			< 20	70 - 75
4			< 20	≻75
5			20 – 35	Not Applicable
6			35 – 50	
7			50 – 70	
8			> 70	
9		< 50	≻85	
10		50 - 65	≻85	
11		65 - 80	≻85	
12		> 80	≻90	
13	< 75	≻90	≻90	
14	75 – 85	≻90	≻90	
15	85 – 95	≻90	≻90	
16	≻95	≻95	> 95	

Category	European - EN 779 / EN 1822		
	Class.	Separation Performance %	
	Measuring Principle	Arrestance Gravimetric	Ave. Efficiency Discoloration / 0.4 µm
Coarse dust	G1	< 65	Not Applicable
	G2	65 ≤ – < 80	
Low Efficiency	G3	80 ≤ – < 90	
	G4	> 90	
Medium Efficiency	F5		40≤ - <60
	F6		60 ≤ - <80
High Efficiency	F7		80 ≤ - <90
	F8		90 ≤ – <95
	F9		> 95
	H10		*100%

၈.၄.၅ Filter characteristics

အဓိကအားဖြင့် လေစစ်(filter)များတွင် characteristics သုံးမျိုးရှိသည်။

(၁) အမှုန် အရွယ်အစား အမျိုးမျိုး(dust particles of varying sizes) ကို ဖယ်ရှား (removing) နိုင်သည့် efficiency

(၂) လေခုခံအား(resistance to airflow) နှင့်

(၃) အမှုန် စုစည်းသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း(dust holding capacity) တို့ ဖြစ်သည်။

အခန်းသန့်စင်မှု လိုအပ်ချက်အပေါ် တွင်(how clean the space is required to be)မူတည်၍ filter များကို ရွေးချယ် တပ်ဆင်ကြသည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် အခန်းသန့်စင်မှု လိုအပ်ချက်သည် ဖယ်ရှားပစ်ရမည့် အမှုန် အရွယ်အစား(dust particles sizes)ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ ထို့ကြောင့် အခန်းသန့်စင်မှု လိုအပ်ချက်သည် filter များ၏ efficiency ကို ဆုံးဖြတ်ပေးသည်။

Table 8-6 Filter Test Performance and Applications

Standard 52.2 Minimum Efficiency Reporting Value (MERV)	Approximate Standard 52.1 Results		Application Guidelines		
	Dust Spot Efficiency	Arrestance	Typical Controlled Contaminant	Typical Applications and Limitations	Typical Air Cleaner/Filter Type
20	n/a	n/a	**Larger than 0.3 µm particles** Virus All combustion smoke Sea salt Radon progeny	Cleanrooms Pharmaceutical manufacturing Orthopedic surgery	HEPA/ULPA filters ranging from 99.97% efficiency on 0.3 mm particles to 99.999% efficiency on 0.1–0.2 mm particles
19	n/a	n/a			
18	n/a	n/a			
17	n/a	n/a			
16	n\a	n/a	**0.3–1.0 µm Particle size, and all over 1 µm** All bacteria Most tobacco smoke Sneeze nuclei	Hospital inpatient care General surgery Superior commercial buildings	**Bag filters** Nonsupported (flexible) microfine fiberglass or synthetic media 305 to 914 mm deep, 6 to 12 pockets **Box filters** Rigid style cartridge filters 152 to 305 mm deep may use lofted (air laid) or paper (wet laid) media
15	>95%	n/a			
14	90–95%	>98%			
13	80–90%	>98%			
12	70–75%	>95%	**1.0–3.0 µm Particle size, and all over 3.0 µm** Legionella Auto emissions Welding fumes	Hospital laboratories Better commercial buildings Superior residential	
11	60–65%	>95%			
10	50–55%	>95%			
9	40–45%	>90%			
8	30–35%	>90%	**3.0–10.0 µm Particle size, and all over 10 µm** Mold Spores Cement dust	Commercial buildings Better residential Industrial workplaces	**Pleated filters** Disposable extended surface, 25 to 127 mm thick with cotton-polyester blend media, cardboard frame **Cartridge filters** Graded density viscous coated cube or pocket filters, synthetic media **Throwaway** Disposable synthetic media panel filters
7	25–30%	>90%			
6	<20%	85–90%			
5	<20%	80–85%			
4	<20%	75–80%	**>10.0 µm Particle size.** Pollen Dust mites Sanding dust Textile fibers	Minimum filtration Residential Window air conditioners	**Throwaway** Disposable fiberglass or synthetic panel filters **Washable** Aluminum mesh, latex coated animal hair, or foam rubber panels **Electrostatic** Self charging (passive) woven polycarbonate panel filter
3	<20%	70–75%			
2	<20%	65–70%			
1	<20%	<65%			

(extracted from ASHRAE Standard 52.2-1999, p. 39)

ရုံးခန်းများ(ordinary office building) အတွက် MERV 5 မှ MERV 8 filter များကို အသုံးပြုကြသည်။ ခေတ်မီ အဆင့်မြင့် ရုံးခန်း(prestige office complex)တွင် MERV 11 မှ MERV 13 filter (higher MERV filters) ကို အသုံးပြုကြသည်။ MERV တန်ဖိုးများသည်(မြင့်သည့်) filter များကို အသုံးပြုခြင်းကြောင့် ကုန်ကျစရိတ်(filter ဖိုး ကုန်ကျ စရိတ်နှင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခ ကုန်ကျစရိတ်) ပိုများလိမ့်မည်။ သို့သော် သန့်ရှင်းရေးလုပ်ရန် ကုန်ကျစရိတ်နှင့် အခန်း မွမ်းမံရသည့် ကုန်ကျစရိတ်များကို လျှော့ချနိုင်လိမ့်မည်။

Table 8-7 ASHRAE 52.2-1999 Table 12-1, MERV Parameters

Standard 52.2 Minimum Efficiency Reporting Value	Composite Average Particle Size Efficiency, % in Size Range			Average Arrestance, % by Standard 52.1 Method	Minimum Final Resistance	
	Range 1 0.30 to 1.0	Range 2 1.0 to 3.0	Range 3 3.0 to 10.0		Pa	Inches of water column
1	N/A	N/A	E3 < 20	Aavg < 65	75	0.3
2	N/A	N/A	E3 < 20	65 ≤ Aavg <70	75	0.3
3	N/A	N/A	E3 < 20	70 ≤ Aavg <75	75	0.3
4	N/A	N/A	E3 < 20	75 ≤ Aavg	75	0.3
5	N/A	N/A	20 ≤ E3 <35	N/A	150	0.6
6	N/A	N/A	35 ≤ E3 <50	N/A	150	0.6
7	N/A	N/A	50 ≤ E3 <70	N/A	150	0.6
8	N/A	N/A	70 ≤ E3	N/A	150	0.6
9	N/A	E2 < 50	85 ≤ E3	N/A	250	1.0
10	N/A	50 ≤ E2 <65	85 ≤ E3	N/A	250	1.0
11	N/A	65 ≤ E2 <80	85 ≤ E3	N/A	250	1.0
12	N/A	80 ≤ E2	90 ≤ E3	N/A	250	1.0
13	E1 < 75	90 ≤ E2	90 ≤ E3	N/A	350	1.4
14	75 ≤ E1 <85	90 ≤ E2	90 ≤ E3	N/A	350	1.4
15	85 ≤ E1 <95	90 ≤ E2	90 ≤ E3	N/A	350	1.4
16	95 ≤ E1	95 ≤ E2	95 ≤ E3	N/A	350	1.4

ဆေးရုံ ဆေးခန်းများ(medical facilities)တွင် ဗက်တီးရီးယား(bacteria)များနှင့် ဗိုင်းရပ်စ်ကို ဖယ်ရှားရန် MERV 14 မှ 16 အဆင့်ရှိ filter များကို အသုံးပြုသည်။ လူနာဆောင်များ(patient spaces)တွင် ဗက်တီးရီးယား (bacteria)များနှင့် ဗိုင်းရပ်စ်ကို ဖယ်ရှားရန်(removal of all bacteria and viruses)အတွက် MERV 17 ကို အသုံးပြုသည်။ ထိုကဲ့သို့ ဆေးရုံ၊ ဆေးခန်းများတွင် HEPA filter များသည် ပုံမှန်အသုံးပြုနေကြ(standard) filter များ ဖြစ်ကြသည်။ HEPA filter များ၏ efficiency သည် 99.7% ဖြစ်ပြီး 0.3 micron သေးငယ်သည့် အမှုန်(particles) များကို သန့်စင်ပေးနိုင်သည်။

(၁) လေခုခံမှု(resistance to airflow)သည် fan မော်တာမြင်းကောင်ရေ(horsepower) တိုက်ရိုက် အချိုးကျသည်။ လေခုခံမှု(resistance to airflow)များလေ ဖိအားကျဆင်မှုများလေဖြစ်ပြီး fan စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု များသည်။ ထို့ကြောင့်လေများ လေစစ်အားဖြတ်သန်းသွားနိုင်အောင် စွမ်းအင်များများ ထည့်ပေးရသည်။

လေစစ်နိုင်သည့် ဧရိယာလျော့နည်း(area decrease)သွားလျှင် လေစစ်နေရာ၌ လေအလျင်ပိုများ(increased air flow)သည်။ ထို့ကြောင့် လေခုခံမှု(resistance to airflow) ပိုများကာ fan စွမ်းအင်သုံးစွဲမှု ပိုများလိမ့်မည်။

Pre-packaged system များတွင် ထူထဲသည့်(MERV မြင့်သည့်) လေစစ်များကို ဖြတ်သန်းသွားနိုင်အောင် စွမ်းအားကောင်းသည့် fan များ တပ်ဆင်ထားလေ့မရှိပေ။ အိမ်သုံး air conditioning unit (domestic system) များသည် ဖိအားကျဆင်းမှု(pressure drop) နည်းသည့် MERV 5 သို့မဟုတ် MERV 6 filter များသာ တပ်ဆင်၍

မောင်းနိုင်သည်။

(၂) အမှုန် စုစည်းသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း(dust holding capacity)သည် သက်တမ်း(filter life) နှင့် သက်ဆိုင်သည်။ MERV 7 သို့မဟုတ် MERV 8 အဆင့် pleated filter များသည် ပုံမှန် အသုံးပြုကြသည့် လေစစ်များ ဖြစ်ကြသည်။ MERV 9 သို့မဟုတ် MERV 10 အဆင့် bag filter များ၏ အမှုန် စုစည်းသိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်း(dust holding capacity) ညစ်ပေသည့် နေရာ(dirty environment) များအတွက် bag filter များကို အသုံးပြုသင့်သည်။ လေစစ်လဲရန်(change the filters) ခက်ခဲသည့်အခါများ၊ ရပ်တန့်(shut down the system)လုပ်ရန် မဖြစ်နိုင်သည့်အခါများ အတွက် bag filter များကို အသုံးပြုကြသည်။

၈.၄.၆ Benefit From Good Filtration

(၁) Clean HVAC system facilitates efficiency and improves performance.

(၂) Efficient heat exchangers improves energy consumption.

(၃) Less cleaning work in HVAC plant and of duct system

(၄) Lowers long-term operation cost of HVAC plant

(၅) Delays deterioration of equipment

(၆) Lower risk of hidden microbial contamination

၈.၄.၇ Filter Selection

Objective: To obtain the cleanest air at the lowest cost

(၁) Identify your objective or concern.

(၂) Know your filter efficiency.

(၃) Select filter base on technical data.

(၄) Regular monitoring of filter performance.

၈.၄.၈ IAQ Control Method 3: Dilution

ယေဘုယျအားဖြင့် ပြင်ပလေများ(outside air)သည် အညစ်အကြေးကင်းစင်(free of pollutants)သည့် လေကောင်းလေသန့်များ ဖြစ်ကြသည်။ သို့သော် ဖုန်၊ အမှုန်များ(large dust particles)၊ ငှက်များ(birds)နှင့် အင်းဆက်ပိုးမွှား(insect)များ ရှိနေနိုင်သည်။ မသန့်စင်မှုများနှင့် အညစ်အကြေးများ ပြင်းအား လျော့နည်းသွားစေရန် (used to dilute any contaminants in the space)အတွက် ပြင်ပလေများကို အခန်းအတွင်းသို့ မထည့်ခင် အရွယ်အစားကြီးမားသည့် အရာများ(coarse contaminants)များကို ဖယ်ရှားရန်အတွက် ဆန်ခါနှင့်စစ်ရန် (screen and filter လုပ်ရန်) လိုအပ်သည်။

လူများမှ ရှူထုတ်လိုက်သည့် ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် ပြင်းအား(to breathe and to dilute the carbon dioxide we exhale) လျော့နည်းသွားစေရန် နှင့် လေထဲတွင် အောက်ဆီဂျင်ဓာတ်ငွေ့(oxygen)ပါဝင်မှု ပိုများလာစေရန် ပြင်ပလေ(outside air)ထည့်ပေးရန် လိုအပ်သည်။ Dilution ventilation သည် အများဆုံး အသုံးပြုသည့်နည်း (standard method) ဖြစ်သည်။ အဆောက်အဦအတွင်းရှိ လေထဲတွင်ပါဝင်နေသည့် အညစ်အကြေး(pollutant) ပမာဏကို ထိန်းချုပ်ရန်အတွက် နည်းလမ်းများနှင့် ထည့်ပေးရမည့် ပြင်ပလေပမာဏ(methods and quantities required)ကို ASHRAE Standard 62.1-2004 တွင် အသေးစိတ် ဖော်ပြထားသည်။

၈.၅ ASHRAE Standard 62, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

ANSI/ASHRAE Standard 62, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality ကို ၁၉၇၁ခုနှစ်တွင် ပထမအကြိမ်၊ ၁၉၈၁ခုနှစ်တွင် ဒုတိယအကြိမ်၊ ၁၉၈၉ခုနှစ်တွင် နောက်ဆုံးအကြိမ်အဖြစ် ပြဋ္ဌာန်းချက်များကို ပြင်ဆင်မွမ်းမံခဲ့သည်။ ANSI “continuous maintenance” process နှင့် ကိုက်ညီမှု ရှိစေရန်အတွက် ပေါ်လစီ(standard

policy)ကို 1997 တွင် ပြောင်းလဲခဲ့သည်။ အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည့် အချက်အလက်(information) များသည် 2004 printed edition ကို အခြေခံ၍ ရှင်းပြထားသည်။

Standard 62.1-2004 သည် လူများရှိနေသည့် အခန်းများ သို့မဟုတ် အလုံပိတ်နေရာများ("all indoor or enclosed spaces that people may occupy") အတွက်ဖြစ်သည်။ စမ်းသပ်ခန်း(laboratory)များ၊ စက်ရုံ အလုပ်ရုံများ(industrial)နှင့် တခြားသောနေရာများ(other spaces)အတွက် ပိုတင်းကြပ်သည့် စည်းကမ်းချက်များ ၊ လိုအပ်ချက်များ(additional requirements) သတ်မှတ်ထားသည်။

လူနေအိမ်များ၏ လေဝင် လေထွက်နှင့်(residential ventilation) သက်ဆိုင်လျှင် ASHRAE Standard 62.2-2004, Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings ကို ကိုးကားနိုင်သည်။ စက်ရုံ အလုပ်ရုံများ၌ လုပ်ကိုင်နေမည့် အလုပ်သမားနေရာများ(industrial occupancies)နှင့် သက်ဆိုင်လျှင် Industrial Ventilation ကို မှီငြမ်းနိုင်သည်။ American Conference of Governmental Industrial Hygienists မှ ပြဌာန်းသည့် Standard 62.1-2004 တွင် အောက်ပါအတိုင်း ရေးသားဖော်ပြထားသည်။ ဤစံချိန် စံညွှန်းများ ပြဌာန်းရခြင်း၏ ရည်ရွယ်ချက်မှာ လူများ၏ ကျန်းမာရေးထိခိုက်မှု မရှိအောင်၊ အန္တရာယ်များ ကင်းဝေးစေရန် အတွက် လေအရည်အသွေးနှင့် အနိမ့်ဆုံးရှိရမည့် ventilation rate ကို သတ်မှတ်ပေးခြင်း ဖြစ်သည်။

> ဤစံချိန်စံညွှန်း၏ ရည်ရွယ်ချက်(purpose of this standard)မှာ အခန်းအတွင်းရှိနေသူများ(human occupants)၏ ကျန်းမာရေး အန္တရာယ်များ၊ ဆိုးကျိုးများ အနည်းဆုံး ဖြစ်စေရန်(minimize the potential for adverse health effects")အတွက် အနည်းဆုံး ထည့်ပေးရမည့် ပြင်ပလေစီးနှုန်း(minimum ventilation rates)နှင့် အနိမ့်ဆုံးရှိရမည့် ပြင်ပလေ အရည်အသွေး(minimum quality)ကို သတ်မှတ်(specify) ပေးရန် ဖြစ်သည်။
>
> ("The purpose of this standard is to specify minimum ventilation rates and indoor air quality that will be acceptable to human occupants and are intended to minimize the potential for adverse health effects.")

လက်ခံနိုင်သည့် လေအရည်အသွေး("acceptable indoor air quality") ဆိုသည်မှာ သက်ဆိုင်ရာ အာဏာပိုင်များက လူများကို ဘေးအန္တရာယ်ဖြစ်စေနိုင်သည့် အရာများမပါဝင်ခြင်း၊ အန္တရာယ်ဖြစ်စေလောက်သည့် ပမာဏ မပါဝင်ဟု ဆုံးဖြတ်သတ်မှတ်သည့် လေအရည်အသွေး ဖြစ်သည်။ လူ ၈၀% ကျေနပ်ဖွယ်ကောင်းသည် လက်ခံနိုင်သည်ဟု သတ်မှတ်ခြင်းခံရသည့် လေအရည်အသွေး ဖြစ်သည်။("air in which there are no known contaminants at harmful concentrations as determined by cognizant authorities and with which a substantial majority (80% or more) of the people exposed do not express dissatisfaction.")

စံချိန်စံညွှန်း(standard)နှင့် လေအရည်အသွေး(indoor air quality)ကို ထိန်းသိမ်းနိုင်ရန်အတွက် လိုအပ်ချက် နှစ်မျိုးကို ဖော်ပြထားသည်။

(၁)Contamination ကို ကန့်သတ်ထားရမည့် လိုအပ်ချက်များ(requirements to limit contamination) နှင့်

(၂)ပြင်းအားလျော့နည်းအောင် ပြုလုပ်ရန်နှင့် ဖယ်ထုတ်ရန် လိုအပ်ချက်များ(requirements to provide ventilation to dilute and remove contaminants)တို့ ဖြစ်သည်။

Contamination အဆင့်ကို ကန့်သတ်ထားရမည့် လိုအပ်ချက်များ(requirements to limit contamination) သည် အဆောက်အဦဒီဇိုင်း(building design)နှင့် သက်ဆိုင်သည်။ လေထဲတွင် ရေငွေ့များခြင်းကြောင့် အခန်း အတွင်း၌ မှိုပေါက်ပွားမှု(mold problem) ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ လေထဲရှိ ရေစိုးရေငွေ့ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော ပြဿနာများ (moisture problems)ကို တတ်နိုင်သမျှ လျော့နည်းစေရန်အတွက် relative humidity(%)ကို လက်ခံနိုင်သည့် အဆင့်ထိရောက်အောင် ပြုလုပ်ထားရမည်။

၈.၅.၁ Requirements For Filtering (လေသန့်စင်ရန်အတွက် လိုအပ်ချက်များ)

လေဝင်ပေါက်များ(outside air inlets)နှင့် လေဆိုးထုတ်ပေါက်(contaminated exhaust)တို့အကြားတွင် နေရာခြားထားရမည့် အနည်းဆုံးလိုအပ်သည့် အကွာအဝေး(separation distance)ကို လိုက်နာရန် ဒေသဆိုင်ရာ စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းများကို လိုက်နာရမည်။ မသန့်ရှင်းမှုအဆင့် မတူညီသည့် ဇုန်များအကြား တစ်ဇုန်နှင့်တစ်ဇုန် အပြန်အလှန် လေများပေးပို့ခြင်း(re-circulation of air between zones that have different contamination levels) ဖလှယ်ခြင်း မပြုရ။

Standard 62.1-2004 တွင် ဆေးလိပ်သောက်သည့် အခန်းမှလေများကို ဆေးလိပ်သောက်ခွင့် မပြုထားသော အခန်းနေရာများ(no-smoking areas)ဆီသို့ သယ်ဆောင်ခြင်း ပေးပို့ခြင်းမပြုရ(“Air from smoking areas shall not be recirculated or transferred to no-smoking areas.”)။ ဆေးလိပ် သောက်သည့်နေရာမှ လေများကို ဆေးလိပ်မသောက်သည့် နေရာသို့ ထည့်ပေးခြင်း၊ ရောက်ရှိစေခြင်း၊ ပြန်လည် အသုံးပြုခြင်း မပြုလုပ်ရ။(Also smoking areas “shall have more ventilation and/or air cleaning than comparable no-smoking areas.”)

(၁)“The Indoor Air Quality Procedure”

Space အတွင်း အညစ်အကြေးများ(contaminants)ကို လက်ခံနိုင်သည့်အဆင့်(acceptable limits)သို့ ရောက်အောင် ထိန်းချုပ်ခြင်း(controlling)ဖြင့် လက်ခံနိုင်သည့် လေအရည်အသွေး(acceptable air quality) ရရှိနိုင်သည်။ Procedure ကခွင့်ပြုထားသည်(allows) လက်ခံနိုင်သည့် လေအရည်အသွေး အဆင့်တွင် ထိန်းထားရန် (maintaining acceptable indoor air quality)အတွက် particulate filter နှင့် gaseous filter များကို အသုံးပြုခွင့်ပေးထားသည်။

(၂)“The Ventilation Rate Procedure” Acceptable air quality is achieved by providing ventilation air of the specified quality and quantity.

Ventilation rate procedure နည်းသည် လုံလောက်သည့် ပြင်ပမှ လေကောင်း လေသန့်(adequate supply of acceptable outdoor air)များ ထည့်သွင်း၍ contaminant များ ဖယ်ရှားပစ်ခြင်း(removing)နှင့် ပြင်းအား လျော့နည်းသွားအောင် ပြုလုပ်ခြင်း(diluting)ဖြင့် space အတွင်း၌ လက်ခံနိုင်သည့် လေအရည်အသွေး (acceptable IAQ) ရရှိအောင်ပြုလုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ ပြင်ပလေများ၏ သန့်စင်မှုနှင့် outdoor air များ၏ pollution level သည် စံချိန်စံညွှန်း(national standards)များမှ သတ်မှတ်ထားသည့်အတိုင်း ဖြစ်ရမည်။

၈.၆ Basic Required Outside Air for Ventilation Rate

ထည့်ပေးရမည့်လေပမာဏသည်ကို တွက်သည့်အခါ လူတစ်ယောက် လေလိုအပ်သည့်နှုန်းနှင့် ဧရိယာ(၁) စတုရန်းမီတာအတွက် လိုအပ်သည့်နှုန်း (၂)မျိုးပေါင်းသည့်နည်း(L/s, per person, plus a rate per square meter, L/s • m^2)ပေါ်တွင် အခြေခံ၍ တွက်သည်။ (ပုံ ၈-၈ မှ Table 6-1 in Standard 62.1-2004)

ပထမအမျိုးအစားဖြစ်သည့်(first occupancy category) ဟိုတယ်အိပ်ခန်းများ(hotel bedroom)၊ လူနေ အခန်းများအတွက် လူတစ်ယောက်အတွက် လေ 2.5 L/s နှုန်းနှင့် ဧရိယာ(၁)စတုရန်းမီတာအတွက် 0.3 L/s နှုန်း (2.5L/s per person နှင့် 0.3 L/s per m^2) ဖြစ်သည်။

Default occupancy density ကို အခြေခံ၍တွက်လျှင် (၁၀၀)စတုရန်းမီတာလျှင် (၁၀)ယောက်နှုန်း(10 persons per 100m^2)ဖြစ်သည်။ လူတစ်ယောက်အတွက် လေ 2.5 L/s နှုန်းနှင့် ဧရိယာ(၁)စတုရန်းမီတာအတွက် 0.3L/s နှုန်း နှစ်မျိုးပေါင်းအတွက် ပြင်ပလေစီးနှုန်း 55 L/s လိုအပ်သည်။

10 people x 2.5L/s per person + 100m^2 x 0.3L/s per m2 = 25 L/s + 30 L/s = 55L/s

(၁၀၀)စတုရန်းမီတာအတွက် 30 L/s လိုအပ်သည်။ လူ(၁၀)ယောက်စာအတွက် ပြင်ပလေစီးနှုန်း 25 L/s လိုအပ်သည်။ လေနှစ်မျိုးပေါင်းအတွက် 55 L/s (25 L/s + 30 L/s) ဖြစ်သည်။(The default combined outdoor air rate is thus 55 L/s for 10 people occupying 100 m^2.)

55 L/s သည် လူ(၁၀)ယောက်စာ ဖြစ်သောကြောင့် တစ်ယောက်အတွက် စုစုပေါင်း ပြင်ပလေ လိုအပ်ချက်သည် 5.5 L/s ဖြစ်သည်။(Divided by the default population of 10 persons we get 5.5 L/s for the base requirement per person.)

ဟိုတယ်အမျိုးအစား(hotel category) multi-purpose assembly အခန်းဖြစ်လျှင် လူတစ်ယောက် လေ 2.5 L/s နှုန်းနှင့် ဧရိယာ (၁)စတုရန်းမီတာအတွက် 0.3 L/s နှုန်း (rate per person, 2.5 L/s) နှင့် rate per m^2, 0.3L/s နှုန်းတို့ တူညီသည်။

Default occupancy density သည် 120 persons/100 m^2 ဖြစ်သည်။ much higher occupancy density (ventilation for the space is much less significant) combined outdoor air rate per person သည် တစ်ဝက်ဖြစ်သည်။ halved to 2.75 L/s, (rounded up) 2.8 L/s အဖြစ် အနီးစပ်ဆုံး သတ်မှတ်သည်။

Contaminant များ၏ အမှုန်အရွယ်အစား(particle size)နှင့် အသုံးပြုပုံ(typical application) အခြေခံ၍ MERV အဆင့်များ(categories)ကို table 8-6 နှင့် table 8-7 တို့တွင် ဖော်ပြထားသည်။

TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE
(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values: Occupant Density (see Note 4)	Default Values: Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		Air Class
	cfm/person	L/s•person	cfm/ft^2	L/s•m^2		#/1000 ft^2 or #/100 m^2	cfm/person	L/s•person	
Hotels, Motels, Resorts, Dormitories									
Bedroom/living Room	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
Barracks sleeping areas	5	2.5	0.06	0.3		20	8	4.0	1
Lobbies/prefunction	7.5	3.8	0.06	0.3		30	10	4.8	1
Multi-purpose assembly	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1
Office Buildings									
Office space	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	1
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3		60	6	3.0	1
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1

GENERAL NOTES FOR TABLE 6-1

1 **Related Requirements:** The rates in this table are based on all other applicable requirements of this standard being met.
2 **Smoking:** This table applies to no-smoking areas. Rates for smoking-permitted spaces must be determined using other methods. See Section 6.2.9 for ventilation requirements in smoking areas.
3 **Air Density:** Volumetric airflow rates are based on an air density of 0.075 lb_{da}/ft^3 (1.2 kg_{da}/m^3), which corresponds to dry air at a barometric pressure of 1 atm (101.3 kPa) and an air temperature of 70°F (21°C). Rates may be adjusted for actual density but such adjustment is not required for compliance with this standard.
4 **Default Occupant Density:** The default occupant density shall be used when actual occupant density is not known.
5 **Default Combined Outdoor Air Rate (per person):** This rate is based on the default occupant density.
6 **Unlisted Occupancies:** If the occupancy category for a proposed space or zone is not listed, the requirements for the listed occupancy category that is most similar in terms of occupant density, activities and building construction shall be used.
7 **Residential facilities, Healthcare facilities and Vehicles:** Rates shall be determined in accordance with Appendix E.

ပုံ ၈-၈ ASHRAE Standard 62.1-2004, Parts of Table 6-1

Recommended Ventilation Rates for Singapore

စင်ကာပူနိုင်ငံတွင် Outdoor air supply အတွက် SS 553 Table 1 မှ အချက်အလက်များကို လိုက်နာရမည်။ လေရွေ့လျားမှု(air movement)သည် SS 554 IAQ recommendation အရ 0.10 to 0.30 m/s မှ အတွင်းဖြစ်သည်။ SS 554 IAQ recommendations အရ Bacterial count သည 500 cfu/m^3 ထက်နည်းရမည်။ Mould count သည် 500 cfu/m^3 ပမာဏထက် နည်းရမည်။

မြန်မာနိုင်ငံတွက် လိုက်နာရမည့် ACMV code မပြဋ္ဌာန်းရသေးသောကြောင့် သင့်လျော်သည့် နိုင်ငံတကာမှ code တစ်ခုခုကို လိုက်နာ၍ ဒီဇိုင်းလုပ် တွက်ချက်နိုင်ပါသည်။

၈.၇ ကျန်းမာရေးထိခိုက်မှုများ

လေအရည်အသွေး(IAQ) ဆိုးဝါးညံ့ဖျင်းခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည့် ကျန်းမာရေးထိခိုက်မှုများ

(၁) Sick Building Syndrome (SBS)

(က)အချက်ပေါင်းများစွာကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သည်။ ပြစ်ချက်တစ်ခုကို တိတိကျကျ သတ်မှတ်ဖော်ပြရန် မဖြစ်နိုင်ပါ။ (non-specific agents)

(ခ)အဆောက်အဦအတွင်းရှိ လူ ၂၀% ခန့် ကျန်းမာရေးထိခိုက်မှုများ ဖြစ်နိုင်သည်။ (may affect up to 20% population)

(၂) Building-Related Illness (BRI)

(က)ဇီဝ ပိုးမွှားများကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သည်။ (due to specific micro-organisms or allergens)

(၃) ကျန်းမာရေးထိခိုက်စေသည့် တခြားအရာများ

(က) Dust mite

(ခ) Animal dander

(ဂ) Pest allergen

၈.၇.၁ Sick Building Syndrome (SBS)

Signs & symptoms

(၁) Eye irritation – dry / watery eyes

(၂) Noise irritation – runny / blocked noise

(၃) Throat irritation – dry / sore throat

(၄) Skin irritation – dryness / redness

(၅) Headache

(၆) Lethargy

(၇) Irritability

(၈) Lack of concentrating (Experience after 1 or 2 hrs at work, Relieve when leaving the building)

၈.၇.၂ Building-related Illness (BRI)

(၁) Clinical sickness or disease

(၂) Legionnaires disease

(၃) Legionella pneumophila

(၄) Acute lung infection

(၅) Cough, chills, headache

(၆) General aches & pains

(၇) High fever & mental changes
(၈) Pneumonia
(၉) Respiratory failure
(၁၀) Humidifier fever due to amoebae, thermophilic acetnomycetes,…
(၁၁) Others (e.g. asthma, rhinitis, hypersensitivity pneumonitis, dermatitis, conjunctivitis)

၈.၈ လေအရည်အသွေး မှီငြမ်းစာအုပ်များ (IAQ References)

(၁) Indoor Air Quality Handbook, 2001 McGraw-Hill, Spengler, Samet, & McCarthy
(၂) Risk Assessment and Indoor Air Quality, 1998 Lewis Publishers, Anderson & Albert Roy
(၃) Indoor Air Quality and HVAC Systems, 1993 : Lewis Publishers, Bearg
(၄) ANSI/ASHRAE Standard 62-2001 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
(၅) ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2016 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low- Rise Residential Buildings
(၆) Code of practice for indoor air quality for air-conditioned buildings SS 554 : 2016

-End-