അധ്യായം 11

സാംഖ്യക ഗുണ നിയന്ത്രണം

(Statistical Quality Control)

ആഗോള സാമ്പത്തിക രംഗത്ത് എല്ലാ കമ്പനികളും - അവർ ഉൽപാദകരായാലും സേവന ദാതാക്കളായാലും ഗുണമേന്മ എന്നത് അതിജീവനത്തിന് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഗുണം എന്നതിന് ഒരു പ്രത്യേക പ്രാധാന്യമുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിനായി നാം ഒരു വീട് നിർമിക്കുമ്പോൾ ഇലക്ട്രിക് ഉപകരണങ്ങൾ തെരഞ്ഞെടുക്കുന്നതിൽ അല്ലെങ്കിൽ സാനിറ്ററി ഇനങ്ങൾ വാങ്ങുന്നതിലെല്ലാം ഉത്പന്നങ്ങളുടെ ഗുണത്തെക്കുറിച്ച് അന്വേഷിക്കുന്നു. വാഹനങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ അവയുടെ ആകൃതി, ഉത്പാദനം, വിശ്വാസ്യത എന്നിവയും പരിഗണിക്കുന്നു. ഹോട്ടലുകൾ, ബാങ്കുകൾ, വിദ്യാലയങ്ങൾ, ചില്ലറവിൽപനക്കാർ, വാർത്താവിനിമയ കമ്പനികൾ എന്നിവയുടെയെല്ലാം സേവനത്തെയാണ് നാം പരിഗണിക്കുന്നത്.

സവിശേഷ പഠനനേട്ടങ്ങൾ

ഈ അധ്യായം പൂർത്തിയാക്കയതിനുശേഷം പഠിതാവ്:

- ഗുണം, സാംഖ്യക ഗുണനിയന്ത്രണം, സാംഖ്യക പ്രക്രിയാനിയന്ത്രണം എന്നിവയെപ്പറ്റിയുള്ള നിർവചനം കണ്ടെത്തുന്നു.
- ആകസ്മിക കാരണങ്ങൾ, നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട കാരണങ്ങൾ എന്നിവ വേർതിരിച്ചറിയുന്നു.
- ചരങ്ങളുടേയും ഗുണാത്മക അളവുകളുടെയും ആശയം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ചരങ്ങളുടേയും, ഗുണാത്മക ചരങ്ങളുടേയും നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ നിർമിക്കുന്നു.

11.1 ഗുണം എന്നതിന്റെ അർത്ഥം

ഡോക്ടർ വാൾട്ടർ. എ ഷെവാർട്ട് ഗുണ നിയന്ത്രണ വിശകലനത്തിന്റെ പിതാവ് എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. അദ്ദേഹമാണ് സാംഖ്യക ഗുണ നിയന്ത്രണം എന്ന ആശയം രൂപപ്പെടുത്തിയത്

മൽസര രംഗത്തുള്ള ഉത്പന്നങ്ങളും സേവനങ്ങളും തെരഞ്ഞെടുക്കുന്നതിലും തീരുമാനിക്കുന്നതിനും ഉള്ള ഘടകങ്ങളിൽ പരമപ്രധാനമാണ് ഗുണം. "എന്താണ് ഗുണം?" "ഗുണമേന്മ എന്താണ്?" തുടങ്ങിയ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം വളരെ എളുപ്പമല്ല. സേവനങ്ങളും ഉത്പന്നങ്ങളും അവയുടെ ആവശ്യകത അവ ഉപയോഗിക്കുന്നവർക്ക് നിർവഹിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടോ എന്നതാണ് പരമ്പരാഗതമായി ഗുണത്തെ പറ്റിയുള്ള കാഴ്ചപ്പാട്. നമുക്ക് ഗുണത്തെപ്പറ്റിയുള്ള രണ്ടു നിർവചനങ്ങൾ പരിഗണിക്കാം.

ഉപയോഗ യോഗ്യതയാണ് ഗുണം

ഉപയോഗയോഗ്യതയ്ക്ക് പൊതുവായ രണ്ടു കാഴ്ചപ്പാടുകൾ ഉണ്ട്: രൂപകല്പനയുടെ ഗുണവും സദൃശതയും. എല്ലാ ഉത്പന്നങ്ങളും സേവനങ്ങളും പല തലത്തിലുള്ള ഗുണത്തിലാണ് ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത്. ഇത്തരത്തിലുള്ള വ്യതിയാനം ബോധപൂർവ്വമാണ് എന്നതിനാൽ അവയെ രൂപകല്പനയുടെ ഗുണം എന്നു സാങ്കേതികമായി പറയുന്നത്. ഉദാഹരണത്തിന്, സുരക്ഷിതമായ യാത്രസൗകര്യം ഉണ്ടാക്കുക എന്നതാണ് എല്ലാ വാഹനങ്ങളുടേയും അടിസ്ഥാന ലക്ഷ്യം. എന്നിരുന്നാലും ഇവയെല്ലാം രൂപത്തിലും, ആകൃതിയിലും, പ്രകടനത്തിലും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ വ്യത്യാസങ്ങൾ വാഹനങ്ങളുടെ ഇടയിൽ ബോധപൂർവം ഉണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. സദൃശതയുടെ ഗുണം എന്നത് ഒരു ഉത്പന്നം എത്രത്തോളം അതിന്റെ നിബന്ധനകൾ പാലിക്കുന്നു എന്ന് ഉറപ്പ് വരുത്തുന്നു.

സദൃശതയുടെ ഗുണം താഴെ പറയുന്ന ഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

- ജോലിസ്ഥലത്തുള്ള പരിശീലനവും മേൽനോട്ടവും.
- പ്രക്രിയാനിയന്ത്രണങ്ങളുടെ വിവിധയിനങ്ങൾ.
- നടത്തപ്പെട്ട പരീക്ഷണങ്ങളും പരിശോധനയും.
- ഈ നടപടികൾ എത്രത്തോളം നടപ്പിലാക്കി എന്നതിന്റെ പിന്തുടർച്ച.
- ഗുണം ലഭ്യമാകുന്നതിന് അദ്ധ്വാനിക്കുന്ന സമൂഹത്തിന്റെ പ്രചോദനം.

ഗുണം വ്യതിയാനവുമായി വിപരീതാനുപാതത്തിലാണ്.

ഈ നിർവ്വചനം അർത്ഥമാക്കുന്നത് ഒരു ഉത്പന്നത്തിന്റെ വ്യതിയാനം കുറയുമ്പോൾ അതിന്റെ ഗുണം കൂടുന്നു. ഓരോ ഉത്പന്നവും ധാരാളം വസ്തുക്കൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. അവയെല്ലാമാണ് ഒരു ഉത്പന്നത്തിന്റെ ഗുണമായി ഉപഭോക്താവ് കരുതുന്നത്. ഈ അളവുകോലുകളാണ് ഗുണത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ. ഗുണം എന്നതിന്റെ സവിശേഷതകൾ പല തരത്തിലുണ്ട്.

- **ഭൗതികം:** നിളം, ഭാരം, വോൾട്ടേജ്
- **ഇന്ദ്രിയസംബന്ധം:** രുചി, നിറം, രൂപം
- **സമയബന്ധിതം:** വിശ്വാസ്യത, സറിരത, പ്രയോജനക്ഷമത

11.2 ഗുണനിയന്ത്രണം (Quality Control)

സംഖ്യക ഗുണ നിയന്ത്രണ രീതികൾ ഉല്പാദനപ്രകിയയിൽ രണ്ടു ഘട്ടങ്ങളിലായി പ്രയോഗിക്കാം.

1. സാമഗ്രികൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയിൽ തന്നെ നിയന്ത്രണങ്ങൾ ഉണ്ടാകേണ്ടതുണ്ട്. അതിനെയാണ് പ്രക്രിയാനിയന്ത്രണം എന്നു പറയുന്നത്. ഉല്പാദന പ്രക്രിയയിൽ തുല്യ ഇടവേളകളിൽ സാമ്പിൾ എടുത്തുകൊണ്ടാണ് ഈ പരിശോധന നടത്തപ്പെടുന്നത്.
2. നിർമിക്കപ്പെട്ട ഉത്പന്നങ്ങളുടെ ഗുണം അതിന്റെ സ്വീകര്യതയെ മാനിച്ചുകൊണ്ട് പരിശോധിക്കുന്നു. ഇവിടെ സാമ്പിൾ ഇനങ്ങൾ യാദൃശ്ചികമായി പരിഗണിക്കപ്പെട്ട ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും എടുക്കുന്നു. ഇത്തരം സാമ്പിൾ പരിശോധന രീതിയെയാണ് ഉത്പന്ന നിയന്ത്രണം അല്ലെങ്കിൽ സ്വികര്യതാ സാമ്പിൾ രീതി എന്നു പറയുന്നത്.

പ്രകിയ നിയന്ത്രണത്തിനായി ചാർട്ടിംഗ് രീതികളും സാംഖ്യക നടപടിക്രമങ്ങളും ഷെവാർട്ട് വികസിപ്പിച്ചെടുത്തു. ഈ അധ്യായത്തിൽ നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ നിർമിക്കുന്നതിനും അവയെ വിശകലനം ചെയ്യുന്നതിനും സാംഖിക ഉപകരണങ്ങൾ എങ്ങനെയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെന്നും നാം മനസിലാക്കുന്നു.

11.3 സാംഖ്യക പ്രകിയാ നിയന്ത്രണം (Statistical Process Control)

ഒരു ഉത്പന്നം ഉപഭോക്താവിന്റെ പ്രതീക്ഷക്ക് അനുസരിച്ചോ, അതിലപ്പുറമോ ആകണമെങ്കിൽ അത് വളരെ സ്ഥിരമായ ഒരു പ്രക്രിയയിലൂടെ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടതാകണം. അതായത് പ്രക്രിയ, ഉത്പന്നത്തിന്റെ സവിശേഷഗുണങ്ങളിലെ ചെറിയ വ്യതിയാനം പോലും കൈകാര്യം ചെയ്യുവാൻ സാധിക്കുന്നതായിരിക്കണം. സാംഖ്യക പ്രക്രിയാ നിയന്ത്രണം എന്നത് പ്രക്രിയയുടെ സ്ഥിരത നേടുവാനും കഴിവ് വർദ്ധിപ്പിക്കുവാനുമുള്ള ശക്തിയായ ഒരു ഉപകരണം കൂടിയാണ്. ഷെവാർട്ടിന്റെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് എന്നത് സാമ്പിൾ വിലകൾ വ്യതിയാനങ്ങളുടെ സാമാന്യ പരിധിക്കുള്ളിലാണോ അന്തരത്തിലാണോ എന്നറിയുവാനുള്ള ഗ്രാഫാണ്.

11.4 വ്യതിയാനവും വ്യതിയാന കാരണങ്ങളും

ഒരു പ്രക്രിയ എന്നത് നിക്ഷേപത്തിന്റെയും ഉല്പന്നത്തിനന്റേയും മൂല്യവർധിത പരിവർത്തനമാണ് ഒരു പ്രക്രിയയുടെ നിക്ഷേപവും ഉല്പന്നവും യന്ത്രങ്ങൾ, നിർമ്മാണ വസ്തുക്കൾ, രീതികൾ, അളവുകൾ, ജനങ്ങൾ, ചുറ്റുപാടുകൾ എന്നിവയെ ഉൾക്കൊള്ളുവാൻ കഴിയുന്നതായിരിക്കും. ഓരോ ഉല്പന്നവും ഒരു വ്യതിയാനത്തിന്റെ ഉറവിടമാണ്. ഉല്പന്നത്തിലുള്ള വ്യതിയാനം മോശമായ സേവനം, ഉത്പന്നത്തിന്റെ മോശമായ ഗുണം (രണ്ടും ഒരു പക്ഷേ ഉപഭോക്താവിന്റെ തൃപ്തിയെ കുറച്ചേക്കാം) എന്നതിലേക്ക് നയിക്കുന്നതായിരിക്കും. നിർമാണ പ്രക്രിയയിലെ വ്യതിയാനം ഗുണത്തിലെ പോരായ്മയിലേക്കും ഉത്പന്നത്തിന്റെ സറിരതയില്ലായ്മയിലേക്കും നയിക്കുന്നു. ബുദ്ധിയുള്ള ഉത്പാദകർ ഇതു മനസ്സിലാക്കുന്നു. ആയതിനാൽ അവർ എല്ലാ നിർമാണ സംവിധാനങ്ങളിലും വ്യതിയാനം കുറവുള്ള രീതികൾ കാഴ്ചവെക്കുന്നു.

ഇനി നമുക്ക് പലതരത്തിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങളെപ്പറ്റി നോക്കാം. ഒരു കടയിൽ വില്പനയിക്ക് വച്ചിരിക്കുന്ന ശീതളപാനിയങ്ങളെ നോക്കുകയാണെങ്കിൽ പലതിലും ഒരേ അളവിൽ കൃത്യമായ നിറച്ചിരിക്കുന്നതായി കാണുവാൻ സാധിക്കുകയില്ല. ചിലത് അല്പം കൂടിയിരിക്കും മറ്റു ചിലത് അല്പം കുറഞ്ഞുമിരിക്കും.

വ്യതിയാനത്തിന്റെ ആകസ്മിക കാരണങ്ങൾ (Chance causes of variation)

ഉത്പാദന പ്രക്രിയയിൽ – അത് എത്ര നല്ലതായി രൂപകൽപന ചെയ്തതായാലും ശ്രദ്ധയോടെ സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതായാലും – ഒരു നിശ്ചിത അളവിൽ സ്വാഭാവികമായ അന്തർലീനമായ വ്യതിയാനം എല്ലായിപ്പോഴും നിലനില്ക്കും. ഈ സ്വാഭാവിക വ്യതിയാനം എന്നത് പല ചെറുതും, അന്തർലീനമായതും ഒഴിച്ചുകൂടുവാൻ സാധിക്കാത്തതും ആയ പല കാരണങ്ങളുടേയും സഞ്ചിത ഫലമാണ്. സാംഖ്യക ഗുണനിയന്ത്രണത്തിൽ ഈ സ്വാഭാവിക വ്യതിയാനത്തിന് കാരണം ആകസ്മിക കാരണങ്ങളാണ്.

ആകസ്മിക വ്യതിയാനത്തിന്റെ കാരണങ്ങൾ കൊണ്ട് മാത്രം നടക്കുന്ന ഒരു പ്രക്രിയ സാംഖ്യക നിയന്ത്രണത്തിലാണെന്നു പറയപ്പെടുന്നു.

ഉദാഹരണത്തിന്, 'നീര' എന്ന ശീതള പാനിയത്തിന്റെ ഒരു കുപ്പിയിൽ ശരാശരി 300 ml നീരയുണ്ടെങ്കിൽ, സ്വാഭാവിക വ്യതിയാനം 295 ml നും 305 ml ഇടയിലാണെന്ന് നാം തീരുമാനിക്കും. ഇങ്ങനെ ആയാലും നാം ഈ അന്തരത്തിൽ തന്നെയാണോ ഉത്പാദന പ്രക്രിയ നടക്കുന്നതെന്ന് വീക്ഷിക്കും. ഈ അന്തരത്തിന് അപ്പുറം ഉത്പാദനം പോകുന്നുവെങ്കിൽ (ശരാശരി 290 ml ആണ് കുപ്പിയിലെങ്കിൽ), പ്രക്രിയയ്ക്ക് പ്രശ്നമുണ്ടെന്ന് നാം വിശ്വസിക്കേണ്ടിവരും. കാരണം ഇവിടുത്തെ വ്യതിയാനം സ്വാഭാവിക വ്യതിയാനത്തേക്കാൾ കൂടുതലാണ്.

വ്യതിയാനത്തിന്റെ നിയുക്ത കാരണങ്ങൾ (Assignable causes of variation)

ഒരു പ്രക്രിയയുടെ ഫലത്തിൽ മറ്റൊരുതരത്തിലുള്ള വ്യതിയാനവും ചിലപ്പോൾ ഉണ്ടായെന്ന് വരാം. ഈ വ്യതിയാനം പ്രധാനമായും താഴെ പറയുന്ന മൂന്നു ഉറവിടങ്ങളിൽ നിന്നുമാണ് ഉണ്ടാവുന്നത്.

1. വേണ്ടരീതിയിൽ അല്ലാതെ നിയന്ത്രിക്കപ്പെട്ട അല്ലെങ്കിൽ ശരിയാക്കപ്പെട്ട യന്ത്രങ്ങൾ.
2. പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന ആളിന്റെ തെറ്റുകൾ.
3. മോശമായ അസംസ്കൃത പദാർഥങ്ങൾ.

ഇത്തരത്തിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾ സാധാരണമായി സ്വാഭാവിക വ്യതിയാനങ്ങളേക്കാലും കൂടുതലായിരിക്കും. സാധാരണയായി അത് പ്രക്രിയാ പ്രകടനത്തിന്റെ അസ്വീകാര്യമായ തലത്തെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം വ്യതിയാനങ്ങളെ നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട കാരണങ്ങൾ മൂലമുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവ ആകസ്മിക കാരണങ്ങൾ മൂലമല്ല ഉണ്ടാകുന്നത്. ഈ തരത്തിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുമ്പോൾ അവയുടെ കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തുവാനും നീക്കം ചെയ്യുവാനും കഴിയുന്നു. നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട കാരണങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണാതീതമെന്ന് പറയുന്നു.

ശീതളപാനിയത്തിന്റെ ഉദാഹരണത്തിൽ 290 ml പാനീയം നിറഞ്ഞ ഒരു കുപ്പി പ്രക്രിയയിലെ തകരാറിനെ കാണിക്കുന്നു. യന്ത്രം വേണ്ട രീതിയിൽ പുനക്രമീകരിക്കേണ്ടതാണ്. ഇത് ഒരു നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട വ്യതിയാനകാരണമാണ്. ഒരു പ്രത്യേക കാരണമായി നമുക്ക് വ്യതിയാനത്തെ നിശ്ചയിക്കാം. (യന്ത്രം പുനഃ ക്രമീകരിക്കപ്പെടണം). നമുക്ക് ആ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാൻ കഴിയും (യന്ത്രത്തെ പുനഃക്രമീകരിക്കുക).

ആകസ്മിക വ്യതിയാനം: യാദൃശ്ചിക സ്വഭാവമുള്ള വ്യതിയാനം ഉപകരണത്തിലോ അസംസ്കൃത വസ്തുക്കളിലോ ഉള്ള കാര്യമായ മാറ്റം ഇല്ലെങ്കിൽ ഇത്തരം വ്യതിയാനം പൂർണമായും നിർമാർജ്ജനം ചെയ്യുവാൻ സാധിക്കില്ല.

നിയുക്ത വ്യതിയാനം: യാദൃശ്ചികമല്ലാത്ത വ്യതിയാനം. ഇതിന്റെ കാരണം കണ്ടെത്തി ഇതിനെ നിർമ്മാർജനം ചെയ്യുവാനോ ലഘൂകരിക്കുവാനോ സാധിക്കും. യഥാവിധി ക്രമീകരിക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങൾ, കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന ആളിന്റെ തെറ്റുകൾ മോശപ്പെട്ട അസംസ്കൃത വസ്തുകൾ ഇവ ഉൾക്കൊള്ളാൻ പറ്റാത്തവയാണ്, അവ ഉത്പന്നത്തിന്റെ ഗുണത്തിനേയും ഉപയോഗത്തിനേയും ബാധിക്കുന്നു. ഇത്തരം വ്യതിയാനങ്ങളെ നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട വ്യതിയാനങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു.

ആകസ്മിക വ്യതിയാനവും നിയുക്ത വ്യതിയാനവും തമ്മിലുള്ള ഒരു ചെറിയ താരതമ്യമാണ് ചുവടെ പട്ടികയിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

ആകസ്മിക കാരണങ്ങൾ	നിയുക്ത കാരണങ്ങൾ
1. വ്യക്തിപരമായ നിരവധി കാരണങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു	1. ഒന്നോ അതിൽ കുറവോ വ്യക്തിഗത കാരണങ്ങൾ മാത്രം ഉൾക്കൊള്ളുന്നു.
2. ഒരൊറ്റ ആകസ്മിക കാരണം, ഒരു നിമിഷത്തെ വ്യതിയാനത്തിനു കാരണമാകുന്നു.	2. നിയുക്ത കാരണങ്ങൾ നിരവധി വ്യതിയാനങ്ങൾക്കു കാരണമാകുന്നു.
3. ആകസ്മിക കാരണത്തിന്റെ വ്യക്തമായ ചില കാരണങ്ങൾ a. അസംസ്കൃത വസ്തുക്കളിലുള്ള ചെറിയ വ്യതിയാനം. b. യന്ത്രത്തിലുള്ള ചെറിയ വ്യതിയാനം. c. ഉപകരണങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാനും നിയന്ത്രണങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തുന്നതിനുമുള്ള മാനുഷികമായ അപര്യാപ്തത.	3. നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട കാരണങ്ങൾക്കുള്ള ചില കാരണങ്ങൾ a. കേടുവന്ന അസംസ്കൃതവസ്തുക്കളുടെ കൂട്ടം b. പരിശീലനം സിദ്ധിക്കാത്ത തൊഴിലാളികളെ ഉപയോഗിക്കൽ.
4. പ്രക്രിയയിൽ നിന്നും സാമ്പത്തികമായി ആകസ്മിക വ്യതിയാനങ്ങൾ നിർമാർജനം ചെയ്യുവാൻ കഴിയുകയില്ല.	4. നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട കാരണങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുവാനും അതാത് നടപടികൾ എടുത്തു അവയെ നിർമാർജനം ചെയ്യുവാനും കഴിയും.

അങ്ങനെയെങ്കിൽ സാംഖ്യക ഗുണ നിയന്ത്രണം താഴെ പറയുന്നതരത്തിൽ നിർവചിക്കാം.

സാംഖ്യകമായ അപഗ്രഥനത്തിലൂടെ നിരീക്ഷണത്തിനും, നിയന്ത്രണത്തിനും, പ്രക്രിയ പുരോഗതിക്കും വേണ്ടിയുള്ള രീതിയാണിത്. അടിസ്ഥാനപരമായി 4 ഘട്ടങ്ങൾ ഇതിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു.

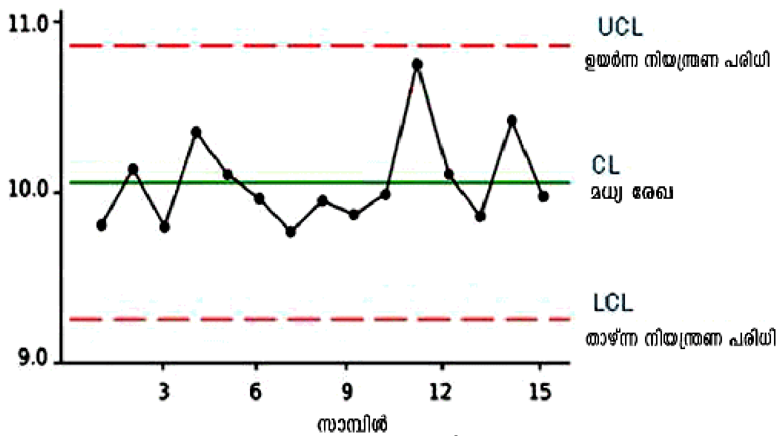
1. പ്രക്രിയയെ അളക്കുന്നു.
2. പ്രക്രിയയിലുള്ള വ്യതിയാനത്തെ നിർമാർജനം ചെയ്ത് അതിനെ സ്ഥിരതയുള്ളതാക്കുന്നു.
3. പ്രക്രിയയെ നിരീക്ഷിക്കുന്നു.
4. പ്രക്രിയയെ ലക്ഷ്യവിലയിലേക്ക് എത്തിക്കുവാനുള്ള പുരോഗതിയുണ്ടാക്കുന്നു.

11.5 നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ (Control Charts)

90 വർഷങ്ങൾക്കുമെറെയായി നിലവിലുള്ളതാണ് നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ. വാൾട്ടർ എ. ഷെവേർട്ട് ആണ് 1920 ൽ ബെൽ പരീക്ഷണശാലയിൽ ഈ നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത്. നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ ഉത്പാദന പ്രക്രിയ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനും അപ്രകാരം ഉത്പാദനം നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട വ്യതിയാനം ഇല്ലാതെ, സാധാരണ പരിധിക്കുള്ളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തുന്നതിനുമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതായത് പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണാവസ്ഥയിലാണെന്ന് നമുക്ക് ഉറപ്പുവരുത്തേണ്ടതുണ്ട്. ഉത്പാദന പ്രക്രിയ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ വിവിധ തരത്തിലുള്ള നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ എങ്ങനെ വികസിപ്പിക്കുമെന്നും ഉപയോഗിക്കുമെന്നും ഇനി നമുക്ക് മനസിലാക്കാം.

ഒരു നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് (പ്രക്രിയാചാർട്ട് അല്ലെങ്കിൽ ഗുണനിയന്ത്രണ ചാർട്ട്) എന്നത് ഒരു പ്രക്രിയയിൽ നിന്നുമുള്ള ഡാറ്റ, അതിന്റെ സാധാരണ വ്യതിയാന പരിധിയിൽ തന്നെയാണോ എന്നു പരിശോധിക്കുന്നു. ഒരു നിയന്ത്രണ ചാർട്ടിന് ഉയർന്ന നിയന്ത്രണ പരിധി (UCL), താഴ്ന്ന നിയന്ത്രണ പരിധി (LCL) എന്നിവയുണ്ട്. ഇവയാണ് നിയമ്രിക്കപ്പെട്ട വ്യതിയാനവും, ആകസ്മിക വ്യതിയാനവും വേർതിരിക്കുന്നതു. നിയന്ത്രണ ചാർട്ടിലെ മധ്യരേഖ (CL) എന്നത് വ്യതിയാനം തീരെ ഇല്ല എന്നതിനെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഒരു ഡാറ്റയുടെ ചാർട്ട് വരക്കുമ്പോൾ അതിലെ ഒന്നോ അതിലധികമോ സാമ്പിളുകൾ നിയന്ത്രണരേഖയ്ക്കു പുറത്ത് പോകുകയാണെങ്കിൽ ആ പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണത്തിനതീതമാണെന്നു പറയുന്നു.

നിയന്ത്രണചാർട്ടിന്റെ ഒരു സാമാന്യ രൂപം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 11.1

11.6 വിവിധയിനം നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ (Types of Control Charts)

ഒരു ഉത്പന്നത്തിന്റെ സവിശേഷതകളെ നിരീക്ഷിക്കുവാനാണ് നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. (ഒരു. പെട്ടിയുടെ ഭാരം, ഒരു പെട്ടിയിലെ ചോക്കലേറ്റുകളുടെ എണ്ണം, നിറയ്ക്കപ്പെട്ട ശീതള പാനിയത്തിന്റെ വ്യാപ്തി തുടങ്ങിയവ). നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിവിധതരം സവിശേഷതകളെ പ്രധാനമായും രണ്ടു ഗ്രൂപ്പുകളായി തരംതിരിക്കാം: ചരങ്ങളും, ഗുണാത്മക ചരങ്ങളും

ചരങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ

തുടർച്ചയായി അളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിക്കുന്ന വിലകളായ ഉയരം, ഭാരം, വ്യാപ്തം തുടങ്ങിയ ചരങ്ങളുടെ സവിശേഷതകളെ നിരീക്ഷിക്കുവാനാണ് ചരങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു ശീതളപാനീയം കുപ്പിയിൽ നിറയ്ക്കുന്നതും അളക്കുന്നതും ഇത്തരം ചരമാണ്. കാരണം അത് പലതവണ അളക്കുകയും പല വിലകൾ സ്വീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പഞ്ചസാര സഞ്ചിയുടെ ഭാരം ഓവനിലെ താപനില, ഒരു ബാൾ ബെയറിങ്ങിന്റെ വ്യാസം തുടങ്ങിയവ മറ്റുദാഹരണങ്ങൾ ആണ്. ഒരു ഡാറ്റയുടെ കേന്ദ്ര പ്രവണതാമാനം അളക്കുവാൻ സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് ആണ് $\overline{x}$ ചാർട്ട്. വ്യതിയാനം അളക്കുവാൻ R-ചാർട്ട് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഗുണാത്മകചരങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ട്

വേറിട്ട വിലകളുടെ സവിശേഷതകൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ അവ "ആണ്" (ഉണ്ട്) അല്ലെങ്കിൽ "അല്ല" (ഇല്ല) എന്ന ലഘുവായ തിരുമാനങ്ങളിലൂടെ അളക്കുവാൻ കഴിയും. നിറം, രുചി, ഗുണം തുടങ്ങിയവ ഇതിനുദാഹരണങ്ങളാണ്. ഗുണാത്മക ചരങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണം, ചരങ്ങളുടേതിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞസമയം എടുക്കുന്നു. കാരണം, ചരങ്ങളെ അളക്കേണ്ടതായിട്ടുണ്ട് (ശീതള പാനീയത്തിന്റെ കുപ്പി 298 ml ഉൾക്കൊള്ളുന്നു.)

ഗുണാത്മക ചരത്തിന് ഒരു തീരുമാനം മതി. ഉണ്ട് അല്ലെങ്കിൽ ഇല്ല എന്ന തീരുമാനം. സ്വീകാര്യമാണ് അല്ലെങ്കിൽ സ്വീകാര്യമല്ല.

1. ആപ്പിളുകൾ നല്ലതാണ് അല്ലെങ്കിൽ മോശമാണ്.
2. ഇറച്ചി നല്ലതാണ് അല്ലെങ്കിൽ മോശമാണ്.
3. ഷൂസിന് കേടുണ്ട് അല്ലെങ്കിൽ കേടില്ല.
4. ബൾബ് പ്രവർത്തിക്കുന്നു അല്ലെങ്കിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല.

ഒരു കൂട്ടത്തിലുള്ള തെറ്റുകൾ (കേടുകൾ) നമുക്ക് എണ്ണുവാൻ കഴിയും. ഇത്തരം സവിശേഷതകളെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ചാർട്ടുകളാണ് np ചാർട്ടും p-ചാർട്ടും.

അടുത്തതായി വിവിധതരത്തിലുള്ള നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ എങ്ങനെ നിർമിക്കാം എന്നു നോക്കാം.

11.7 നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ നിർമിക്കുന്ന വിധം

നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് നിർമിക്കുന്നതിന് നാം ഒരു പ്രക്രിയയുടെ ഉത്പന്നത്തിന്റെ സാമ്പിൾ നിശ്ചയ സമയത്തിനുള്ളിൽ ശേഖരിക്കുന്നു. ഈ സാമ്പിളുകളെ ഉപഗ്രൂപ്പുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ ഓരോ ഉപഗ്രൂപ്പിനും (സാമ്പിൾ), ഒരു സാമ്പിൾ സാംഖ്യജം (t എന്നിരിക്കട്ടെ) കണക്കാക്കുക. സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന സാമ്പിളിനങ്ങൾ കേടുവന്നവയുടെ അനുപാതം, കേടുവന്നവയുടെ എണ്ണം, ഒരു ഉപഗ്രൂപ്പിന്റെ മാധ്യം, വ്യതിയാനം എന്നിവയാണ്. ഈ വിലകൾ നിശ്ചിത സമയത്തിനുസരിച്ച് നാം അടയാളപ്പെടുത്തി മധ്യരേഖയുടെ ഇരുവശങ്ങളിലായി നിയന്ത്രണ പരിധികൾ കൂടി ഉൾപ്പെടുത്തി നാം ചാർട്ടിനെ പ്രതിനിധികരിക്കുന്നു. നിയന്ത്രണ ചാർട്ടിന്റെ ഏറ്റവും അനുയോജ്യമായ രൂപം 3 σ യുടെ ഉള്ളിലെ നിയന്ത്രണ പരിധിയിലായിരിക്കും. ഇത്തരം നിയന്ത്രണ പരിധിയെയാണ് ഷെവാർട്ടിന്റെ നിയന്ത്രണ പരിധികൾ എന്നു

പറയുന്നത്. *t* എന്നത് ഒരു ചാർട്ട് വരയ്ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന സാംഖ്യജം ആയാൽ

മധ്യരേഖ $CL = \mu_t$

ഉയർന്ന നിയന്ത്രണ രേഖ $UCL = \mu_t + 3\sigma_t$

താഴ്ന്ന നിയന്ത്രണ രേഖ $LCL = \mu_t - 3\sigma_t$

എന്നിങ്ങനെയാണ്. ഇവിടെ μ_t, σ_t എന്നിവ *t* യുടെ മാധ്യവും, മാനകവ്യതിയാനവും ആകുന്നു. സാഖ്യജം t യുടെ പരീക്ഷിക്കപ്പെട്ട വിലകൾ നിയന്ത്രണ പരിധിയ്ക്ക് പുറത്ത് പോകുകയാണെങ്കിൽ പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണ വിധേയമല്ലെന്നു പറയുന്നു. ഉത്പാദനം നിർത്തിവെച്ച് അവയുടെ കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തി അവയെ പരിഹരിക്കുന്നു.

11.8 ചരങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ട്

ഈ വിഭാഗത്തിൽ രണ്ടു രീതിയിലുള്ള നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ നാം ചർച്ച ചെയ്യുന്നു.

$\overline{x}$ -ചാർട്ടും R-ചാർട്ടും. രണ്ടും ഒരേ സമയം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$\overline{x}$ - ചാർട്ട്

ഒരു മാധ്യനിയന്ത്രണ ചാർട്ടിനെയാണ് സാധാരണയായി $\overline{x}$ ചാർട്ട് എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നത്. ഒരു പ്രക്രിയയുടെ ശരാശരിയിലെ വ്യതിയാനത്തെ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ ഇത് ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നു. ഒരു മാധ്യചാർട്ട് ഉണ്ടാക്കുവാൻ നാം ആദ്യം ചാർട്ടിന്റെ മധ്യരേഖ നിർമ്മിക്കുന്നു. ഇതിനായി നാം ഒന്നിലധികം സാമ്പിളുകൾ എടുത്ത് അവയുടെ മാധ്യം കാണുന്നു. സാധാരണയായി 4 അല്ലെങ്കിൽ 5 വിലകളുള്ള ചെറിയ സാമ്പിളുകൾ ആയിരിക്കും. ഓരോ സാമ്പിളിനും അതിന്റേതായ മാധ്യമുണ്ട്. സാമ്പിൾ മാധ്യമാണ് വരക്കുവാനുള്ള സംഖ്യജം. എടുത്തിട്ടുള്ള '*m*' സാമ്പിളുകളുടെ മാധ്യത്തിന്റെ മാധ്യമാണ് മധ്യരേഖയായി കണക്കാക്കുന്നത്. '*m*' എന്നത് പ്രക്രിയയുടെ തുല്യ ഇടവേളകളിൽ എടുത്തിട്ടുള്ള സാമ്പിളുകളുടെ എണ്ണമാക്കുന്നു.

$$CL = \overline{\overline{x}} = \frac{\overline{x_1} + \overline{x_2} + \cdots + \overline{x_m}}{m} = \frac{\sum \overline{x}}{m}$$

ഉയർന്ന നിയന്ത്രണ പരിധിയും, താഴ്ന്ന നിയന്ത്രണ പരിധിയും നിർമിക്കുവാൻ താഴെ പറയുന്ന സൂത്രവാക്യം ഉപയോഗിക്കാം.

$$UCL = \overline{\overline{x}} + A_2\overline{R}, \quad LCL = \overline{\overline{x}} - A_2\overline{R},$$

$\overline{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_m}{m}$, '*m*' സാമ്പിളുകളുടെ അന്തരത്തിന്റെ മാധ്യവും A_2 സാഖ്യക നിയന്ത്രണ പട്ടികയിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന സറിരവിലയുമാണ്. A_2 ന്റെ വില സാമ്പിളിന്റെ എണ്ണത്തെ അനുസരിച്ചിരിക്കുന്നു.

നിയന്ത്രണ രേഖകളും മധ്യരേഖയും ഗ്രാഫ്പേപ്പറിൽ വരയ്ക്കുന്നു. സാമ്പിൾ മാധ്യത്തിന്റെ വിലകൾ y അക്ഷത്തിലും സാമ്പിളിന്റെ എണ്ണം x അക്ഷത്തിലും എടുക്കുന്നു. ഏതെങ്കിലും ബിന്ദുക്കൾ നിയന്ത്രണ പരിധിക്കപ്പുറത്താണെങ്കിൽ പ്രക്രിയ ശരാശരിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നിയന്ത്രണത്തിനതീതമാണെന്നു പറയുന്നു.

വിശദീകരണം 11.1

10 ഔൺസ് ജ്യൂസ് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന കാനുകളിൽ ഒരു കമ്പനി മാമ്പഴ ജ്യൂസ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. കാനുകളിൽ നിറച്ചതിനുശേഷം ജ്യൂസിന്റെ ഭാരം നിർണയിക്കുന്നു. അനിയതമായി 20 സാമ്പിളുകൾ എടുക്കുന്നു. (30 മിനിട്ടുന്റെ ഇടവേളകളിൽ) ഓരോ സാമ്പിളുകളും 4 കാനുകൾ വീതം. സാമ്പിൾ ഭാരം താഴെ പട്ടികയിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു പ്രകാരമാണ്. പട്ടികയിൽ തന്നിരിക്കുന്ന അളവുകൾ 10 ഔൺസിൽ അധികമുള്ള ഭാരത്തിന്റെ 0.01 മടങ്ങാണ്. ഉദാഹരണമായി സാമ്പിൾ 10.15 ഔൺസാണെങ്കിൽ അതിനെ 15 യൂണിറ്റായി കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. $\bar{x}$ - ചാർട്ട് വരയ്ക്കുക.

സാമ്പിൾ	കാനുകളുടെ ഭാരം (4 കാനുകളുടെ സാമ്പിൾ n=4)			
1	15	12	13	20
2	10	8	8	14
3	8	15	17	10
4	12	17	11	12
5	18	13	15	4
6	20	16	14	20
7	15	19	23	17
8	13	23	14	16
9	9	8	18	5
10	6	10	24	20
11	5	12	20	15
12	3	15	18	18
13	6	18	12	10
14	12	9	15	18
15	15	15	6	16
16	18	17	8	15
17	13	16	5	4
18	10	20	8	10
19	5	15	10	12
20	6	14	12	14

പരിഹാരം

20 സാമ്പിളിന് മാധ്യത്തിന്റെയും അന്തരത്തിന്റെയും പട്ടിക ഉണ്ടാക്കുന്നു.

സാമ്പിൾ	കാനുകളുടെ ഭാരം				ആകെ	ശരാശരി	അന്തരം
1	15	12	13	20	60	15.00	8
2	10	8	8	14	40	10.00	6
3	8	15	17	10	50	12.50	9
4	12	17	11	12	52	13.00	6
5	18	13	15	4	50	12.50	14
6	20	16	14	20	70	17.50	6
7	15	19	23	17	74	18.50	8
8	13	23	14	16	66	16.50	10
9	9	8	18	5	40	10.00	13
10	6	10	24	20	60	15.00	18
11	5	12	20	15	52	13.00	15
12	3	15	18	18	54	13.50	15
13	6	18	12	10	46	11.50	12
14	12	9	15	18	54	13.50	9
15	15	15	6	16	52	13.00	10
16	18	17	8	15	58	14.50	10
17	13	16	5	4	38	9.50	12
18	10	20	8	10	48	12.00	12
19	5	15	10	12	42	10.50	10
20	6	14	12	14	46	11.50	8
Total						**263.00**	**211**

$$\bar{\bar{x}} = \frac{263}{20} = 13.15$$

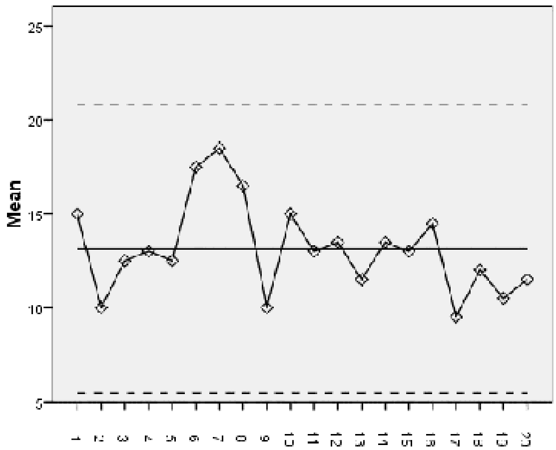
$$\bar{R} = \frac{211}{20} = 10.55$$

$n = 4$ ന് $A_2 = 0.729$ (പട്ടികയിൽ നിന്നും)

UCL = 13.15 +(0.729 x 10.55) =13.15 +7.69 = 20.84

LCL = 13.15 – 7.69 = 5.46

$\bar{x}$ –ചാർട്ട്



ചിത്രം 11.2

എല്ലാ ബിന്ദുക്കളും നിയന്ത്ര പരിധികൾക്ക് ഉള്ളിലായതിനാൽ പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണ വിധേയമാണ്.

റേഞ്ച് ചാർട്ട് (പരിധിചാർട്ട്)

റേഞ്ച് ചാർട്ടിനെ R ചാർട്ട് എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഒരു പ്രക്രിയയുടെ വ്യതിയാനത്തിലെ മാറ്റങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ അത് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇതു നിർമിക്കുവാൻ പലസാമ്പിളുകൾ എടുത്ത് അവ ഓരോന്നിന്റേയും റേഞ്ച് നാം കണക്കാക്കുന്നു. ഈ സാമ്പിൾ റേഞ്ച് ആണ് ചാർട്ട് വരയ്ക്കുനന്നതിനുള്ള സാംഖ്യജം. എല്ലാ 'm' സാമ്പിൾ റേഞ്ചുകളുടേയും മാധ്യം കണ്ടു പിടിച്ചുകൊണ്ട് മധ്യരേഖ വരയ്ക്കുന്നു. ഉയർന്ന പരിധിയും, താഴ്ന്ന പരിധിയും മധ്യരേഖയും താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിധം കണക്കാക്കുന്നു.

$$CL=\bar{R}=\frac{R_1+R_2+\cdots+R_m}{m}$$

$$UCL=D_4\bar{R}$$

$$LCL=D_3\bar{R}$$

D_3 , D_4 എന്നീ സ്ഥിര സംഖ്യയുടെ വിലകൾ പട്ടികയിൽ നിന്നും സാമ്പിന്റെ വലുപ്പമായ 'n' അനുസരിച്ച് കണ്ടു പിടിക്കുന്നു. മധ്യരേഖയും, നിയന്ത്രണ പരിധികളും ഒരു ഗ്രാഫ് പേപ്പറിൽ വരയ്ക്കുന്നു. സാമ്പിൾ റേഞ്ചിന്റെ വില y അക്ഷത്തിലും സാമ്പിൾ സംഖ്യകൾ x അക്ഷത്തിലും രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. ഏതെങ്കിലും വില നിയന്ത്രണ രേഖകൾക്കപ്പുറത്താണെങ്കിൽ പ്രക്രിയ വ്യതിയാനവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് നിയന്ത്രണത്തിനതീതമാണെന്ന് പറയാം.

വിശദീകരണം 11.2

വിശദീകരണം 11.1 ലെ ഡാറ്റയ്ക്ക് R ചാർട്ട് വരയ്ക്കുക.

പരിഹാരം

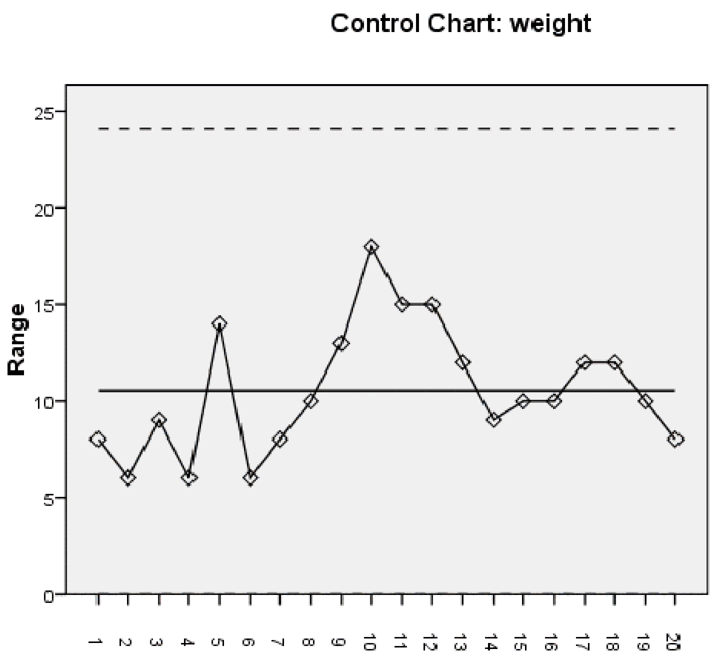
11.1 ലെ വിശദീകരണത്തിൽ നാം റേഞ്ച്കളുടെ മാധ്യം കണക്കാക്കുന്നു.

$$CL=\overline{R}=\frac{R_1+R_2+\cdots+R_m}{m}=10.55$$

$$UCL=D_4\overline{R}=2.282 \times 10.55=24.08$$

$$LCL=D_3\overline{R}=0 \times 10.55=0$$

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിധം R ചാർട്ട് വരക്കുന്നു.



ചിത്രം 11.3

പ്രക്രിയ വ്യതിയാനം നിയന്ത്രണത്തിനു വിധേയമാണ്.

വിശദീകരണം 11.3

20 സാമ്പിളുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട (4 എണ്ണം വീതമുള്ള സാമ്പിൾ) ഒരു ഡാറ്റ ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നു. $\bar{x}$, R എന്നി നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ വരക്കുക.

Sl.No	x-bar	R	Sl.No	x-bar	R
1	15.0	8	11	13.00	15
2	10.0	6	12	13.50	15
3	12.5	6	13	11.50	15
4	13.0	6	14	13.50	6
5	12.5	14	15	13.00	9
6	17.5	6	16	14.50	10
7	18.5	8	17	9.50	12
8	16.5	10	18	12.00	12
9	10.0	13	19	10.50	10
10	15.0	18	20	11.50	8

പരിഹാരം:

ക്രമ സംഖ്യ	x-ബാർ	R
1	15,0	8
2	10,0	6
3	12,5	6
4	13,0	6
5	12,5	14
6	17,5	6
7	18,5	8
8	16,5	10
9	10,0	13
10	15,0	18
11	13,00	15
12	13,50	15
13	11,50	15
14	13,50	6
15	13,00	9

16	14.50	10
17	9.50	12
18	12.00	12
19	10.50	10
20	11.50	8
	263.0	**207**

$\bar{x}$ **ചാർട്ടിന്റെ നിയന്ത്രണ പരിധികൾ**

$$\bar{\bar{x}} = \frac{263}{20} = 13.5$$

$$\bar{R} = \frac{207}{20} = 10.35$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R} = 13.5 + 0.729 \times 10.35 = 13.5 + 7.545 = 21.04$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R} = 13.5 - 7.545 = 5.955$$

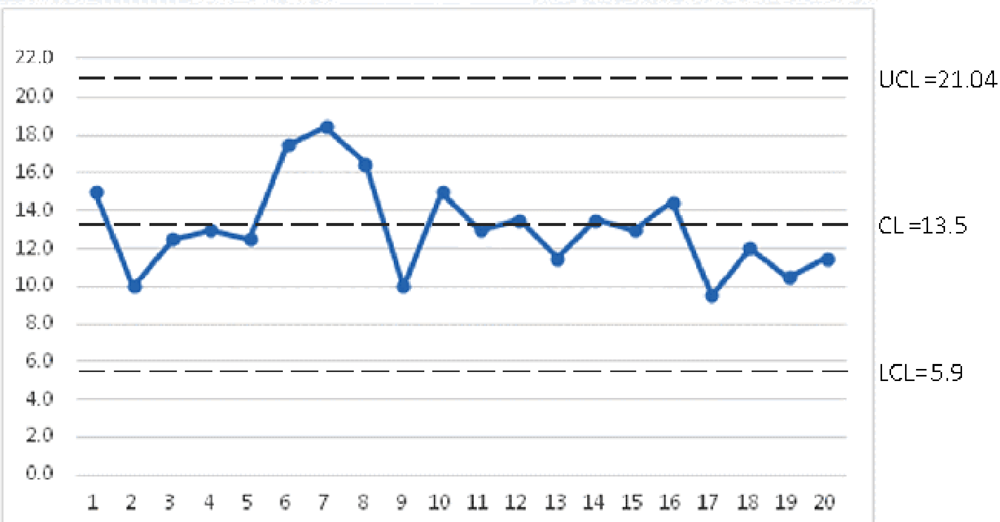
R ചാർട്ടിന്റെ നിയന്ത്രണ പരിധികൾ

$$\bar{R} = 10.35$$

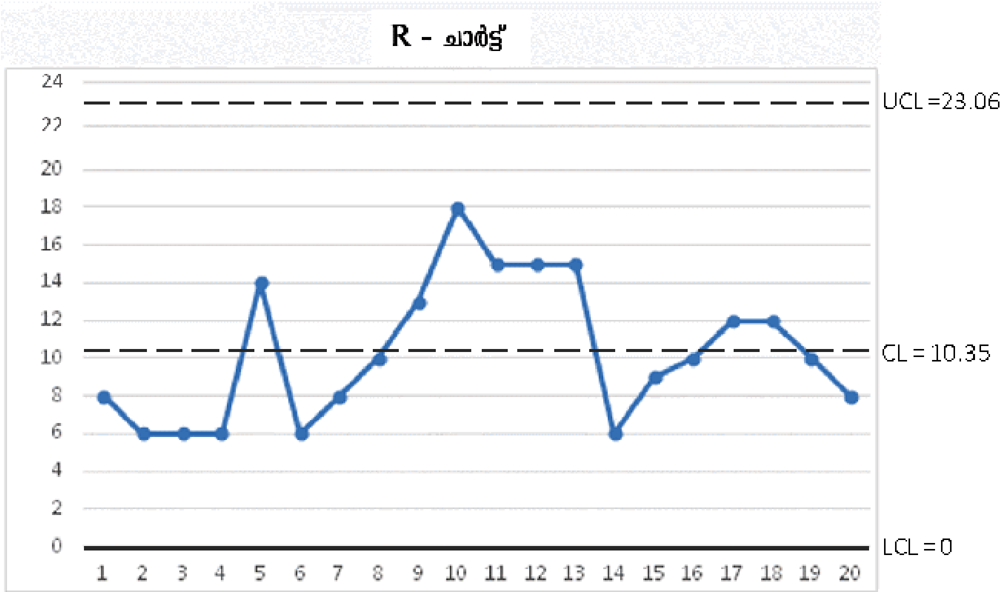
$$UCL = D_4\bar{R} = 2.282 \times 10.35 = 23.6187$$

$$LCL = D_3\bar{R} = 0 \times 10.35 = 0$$

$\bar{x}$ - ചാർട്ട്



ചിത്രം 11.4



ചിത്രം 11.5

രണ്ടു ചാർട്ടുകൾ നിയന്ത്രണ വിധേയം

വിശദീകരണം 11.4

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഡാറ്റയ്ക്ക് മാധ്യത്തിനും റേഞ്ചിനും (പരിധിക്കും) ഉള്ള ഒരു നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് നിർമിക്കുക. ഓരോ മണിക്കൂറിലും 5 എണ്ണം വീതമുള്ള സാമ്പിളുകളാണ് എടുത്തിരിക്കുന്നത്. അവയുടെ വിലകൾ ആരോഹണക്രമത്തിൽ തന്നിരിക്കുന്നു. ഉത്പാദനം നിയന്ത്രണത്തിലാണോ എന്നും പരിശോധിക്കുക.

12 സാമ്പിൾ വിലകൾ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42	42	19	36	42	51	60	18	15	69	64	61
65	45	24	54	51	74	60	20	30	109	90	78
75	68	80	69	57	75	72	27	39	113	93	94
78	72	81	77	59	78	95	42	62	118	109	109
87	90	81	84	78	132	138	60	84	153	112	136

പരിഹാരം:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{859.2}{12} = 71.6$$

$$\bar{R} = \frac{716}{12} = 59.67$$

n=5 ആകുമ്പോൾ $A_2 = 0.58$, $D_3 = 0$ and $D_4 = 2.11$ (പട്ടികയിൽ നിന്നും)

$\bar{x}$ - ചാർട്ട്

CL= 71.6

UCL= 106.21

LCL= 36.99

റേഞ്ച് ചാർട്ട്

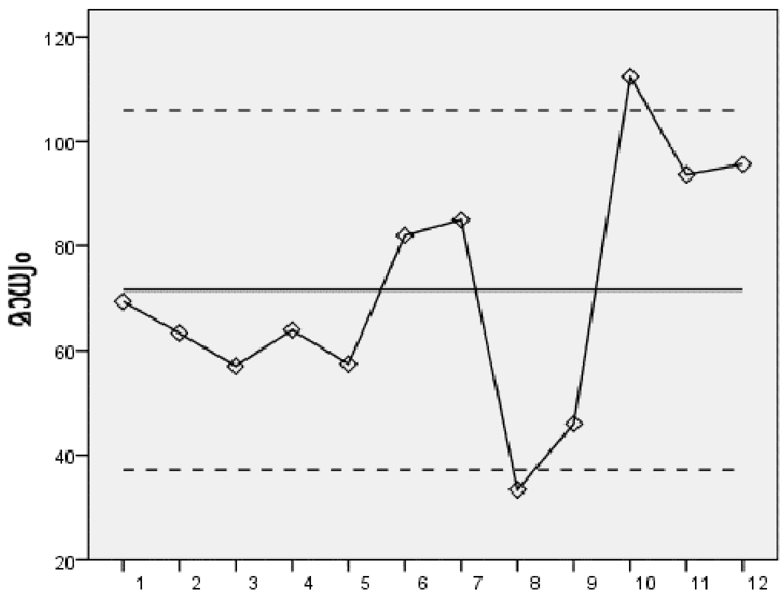
CL = 59.67

UCL = 125.904

LCL = 0

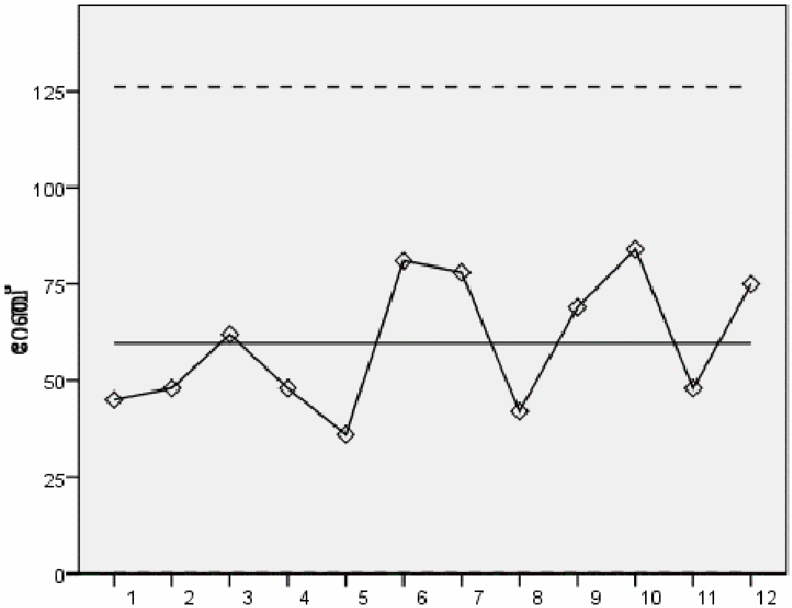
ചാർട്ടുകൾ താഴെ വരച്ചിരിക്കുന്നു.

$\bar{x}$ - ചാർട്ട്



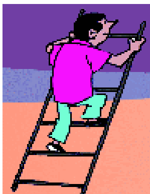
ചിത്രം 11.6

R-ചാർട്ട്



ചിത്രം 11.7

$\bar{x}$ - ചാർട്ട് നിയന്ത്രണനതീതവും R ചാർട്ട് നിയന്ത്രണവിധേയവും ആണ്.



നിങ്ങളുടെ പുരോഗതി അറിയാം

1) 4 ഭാഗങ്ങളുടെ പുറമേയുള്ള വ്യാസം, ഒരു ഗുണ നിയന്ത്രണ പരിശോധകൻ ഓരോ മണിക്കൂറിലും അളക്കുന്നു. അവയുടെ അളവുകളാണ് ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

	സാമ്പിൾ			
സമയം	1	2	3	4
9 A.M.	1	4	5	2
10 AM	2	3	2	1
11 AM	1	7	3	5

a) മാധ്യം, പരിധി ഇവ കണക്കാക്കി അവയുടെ നിയന്ത്രണ പരിധി കണ്ടുപിടിക്കുക.

b) ഈ അളവുകൾ നിയന്ത്രണ പരിധിയിലാണോ? ചാർട്ടുകളെ വ്യാഖ്യാനിക്കുക.

2) ഒരു ശീതള പാനിയ കമ്പനിയിൽ നിന്നും ഗുണ നിയന്ത്രണ പരിശോധകൻ 5 എണ്ണം വിതമുള്ള 25 സാമ്പിളുകൾ എടുക്കുന്നു. $\overline{X}$, R എന്നീചാർട്ടുകൾ വരയ്ക്കുക.

സാമ്പിൾ ക്രമം	വിലകൾ			
	1	2	3	4
1	15.85	16.02	15.83	15.93
2	16.12	16.00	15.85	16.01
3	16.00	15.91	15.94	15.83
4	16.2	15.85	15.74	15.93
5	15.74	15.86	16.21	16.10
6	15.94	16.01	16.14	16.03
7	15.75	16.21	16.01	15.86
8	15.82	15.94	16.02	15.94
9	16.04	15.98	15.83	15.98
10	15.64	15.86	15.94	15.89
11	16.11	16	16.01	15.82
12	15.72	15.85	16.12	16.15
13	15.85	15.76	15.74	15.98
14	15.73	15.84	15.96	16.1
15	16.20	16.01	16.10	15.89
16	16.12	16.08	15.83	15.94
17	16.01	15.93	15.81	15.68
18	15.78	16.04	16.11	16.12
19	15.84	15.92	16.05	16.12
20	15.92	16.09	16.12	15.93
21	16.11	16.02	16.00	15.88
22	15.98	15.82	15.89	15.89
23	16.05	15.73	15.73	15.93
24	16.01	16.01	15.89	15.86
25	16.08	15.78	15.92	15.98

11.9 ഗുണാത്മക ചരത്തിന്റെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ

ഗുണാത്മക ചരങ്ങളെ സാധാരണയായി നിർണയിക്കുന്നത് അവയിലെ കേടുവന്നവയെ എണ്ണി നോക്കിയോ അതിന്റെ അനുപാതത്തെ നോക്കിയോ ആണ്. കേടുവന്ന ഇനങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി ഒരു പ്രക്രിയയെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിന് നാം സാധരണയായി np ചാർട്ടുകൾ അല്ലെങ്കിൽ p- ചാർട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കേടുകളെ മാത്രം അടിസ്ഥാനമാക്കി ഗുണാത്മക ചരം നിർണയിക്കുമ്പോൾ c ചാർട്ട് ഉപയോഗിക്കണം. താഴെ പറയുന്ന വിഭാഗം np ചാർട്ടുകളെപറ്റിയാണ് വിവരിക്കുന്നത്.

np-ചാർട്ടിന്റെ നിർമാണം

'm' ഉപഗ്രൂപ്പുകളെ നാം പരിശോധിക്കുന്നു d_i എന്നത് i എന്ന ഉപഗ്രൂപ്പിലെ കേടുവന്ന ഇനത്തിന്റെ നമ്പർ ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. എങ്കിൽ $p_i = \frac{d_i}{n}$ ആ ഉപഗ്രൂപ്പിലെ കേടുവന്നയുടെ അനുപാതത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

$$CL = n\bar{p}$$

$$UCL = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}\bar{q}}$$

$$LCL = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}\bar{q}}$$

ഇവിടെ $\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + \cdots + p_m}{m} = \frac{\frac{d_1}{n} + \frac{d_2}{n} + \cdots + \frac{d_i}{n}}{m}$

$$= \frac{d_1 + d_2 + \cdots + d_m}{mn}$$

നിയന്ത്രണ പരിധികളും മധ്യരേഖയും ഒരു ഗ്രാഫ് പേപ്പറിൽ വരക്കുന്നു. കേടുവന്ന ഇനങ്ങളുടെ എണ്ണം y അക്ഷത്തിലും സാമ്പിളുകളുടെ എണ്ണം x അക്ഷത്തിലും എടുക്കുന്നു. $\bar{x}$, R എന്നി ചാർട്ടുകളിലേതുപോലെ തന്നെ ഇവിടേയും തീരുമാനം എടുക്കുന്നു.

വിശദീകരണം 11.5

20 എണ്ണം വീതം വൈദ്യുത സ്വിച്ചുകളുള്ള 25 പെട്ടികളിൽ നിന്നും ഓരോ പെട്ടിയിലും കേടുവന്നവ എത്രയെന്നു പരിശോധിച്ചു. കേടുവന്നവയുടെ എണ്ണത്തിന്റെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് വരക്കുക.

പെട്ടി	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
കേട് വന്നവയുടെ എണ്ണം	3	2	1	0	4	2	1	2	3	0	2	1	2
പെട്ടി	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
കേട് വന്നവയുടെ എണ്ണം	0	3	5	4	2	1	3	0	3	1	2	1	

പരിഹാരം:

ഇവിടെ 20 എണ്ണം വീതമുള്ള 25 സാമ്പിളുകളാണ്.

അതുകൊണ്ട്

$$\bar{p} = \frac{\text{കേടുവന്നവയുടെ ആകെ എണ്ണം}}{25 \times 20} = \frac{48}{500} = 0.096$$

$$\bar{q} = 1 - \bar{p} = 1 - 0.096 = 0.904$$

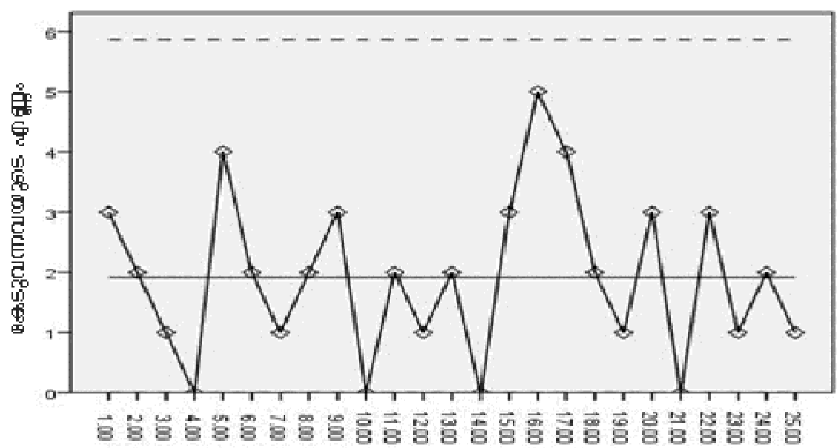
$$n\bar{p} = 20 \times 0.096 = 1.92$$

$$CL = n\bar{p} = 1.92$$

$$UCL = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}\bar{q}} = 5.87$$

$$LCL = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}\bar{q}} = -2.03 \approx 0,$$ (താഴ്ന്ന പരിധി നെഗറ്റീവ് ആകുന്നു)

np-chart ചുവടെ വരച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 11.8

എല്ലാ ബിന്ദുക്കളും നിയന്ത്രണ പരിധിക്കുള്ളിലായതിനാൽ പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണ വിധേയമാണ്.

വിശദീകരണം 11.6

ഒരു കമ്പനി ബോർഡ് പേപ്പറുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. 50 പേപ്പർ വീതമുള്ള 20 സാമ്പിളുകൾ പരിഗണിക്കുന്നു. ഓരോ സാമ്പിളിലും ഉള്ള ഗുണമില്ലാത്തവയുടെ എണ്ണം ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നു. np ചാർട്ട് തയാറാക്കുക.

സാമ്പിൾ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ഗുണമില്ലാത്തവ	4	3	1	0	5	2	3	1	4	2
സാമ്പിൾ	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ഗുണമില്ലാത്തവ	2	6	0	2	1	6	2	3	1	5

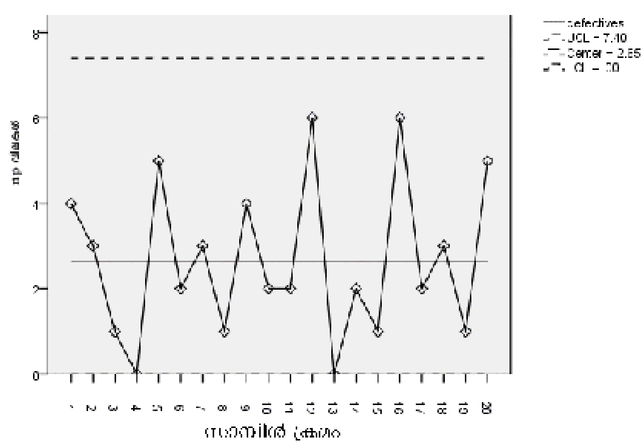
പരിഹാരം:

$CL = n\bar{p} = 50 \times 0.053 = 2.65$

$LCL = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}\bar{q}} = 2.65 - 3\sqrt{50 \times 0.053 \times 0.947} \cong 0$, (താഴ്ന്ന പരിധി നെഗറ്റീവ് ആകില്ല)

$UCL = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}\bar{q}} = 2.65 + 3\sqrt{50 \times 0.053 \times 0.947} = 7.40$

ചാർട്ട് താഴെ കൊടുക്കുന്നു.



ചിത്രം 11.9

എല്ലാ ബിന്ദുക്കളും നിയന്ത്രണ പരിധിക്കുള്ളിൽ ആയതിനാൽ പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണ വിധേയകം

വിശദീകരണം 11.7

പ്ലഗ്ഗുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന ഒരു ഫാക്ടറിയിൽ നിന്നും 100 എണ്ണം വീതമുള്ള 15 സാമ്പിളുകളിലെ കേടുവന്നവയുടെ എണ്ണം എടുത്തു. അതിനുള്ള ഒരു നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് ഉണ്ടാക്കി നിയന്ത്രണ സ്ഥിതിയെപറ്റി പ്രസ്താവിക്കുക.

സാമ്പിൾ	:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
കേടുവന്നവ	:	5	10	12	8	6	4	6	3	4	5
സാമ്പിൾ	:	11	12	13	14	15					
കേടുവന്നവ	:	4	7	9	3	4					

പരിഹാരം

$$CL = n\bar{p} = 6$$

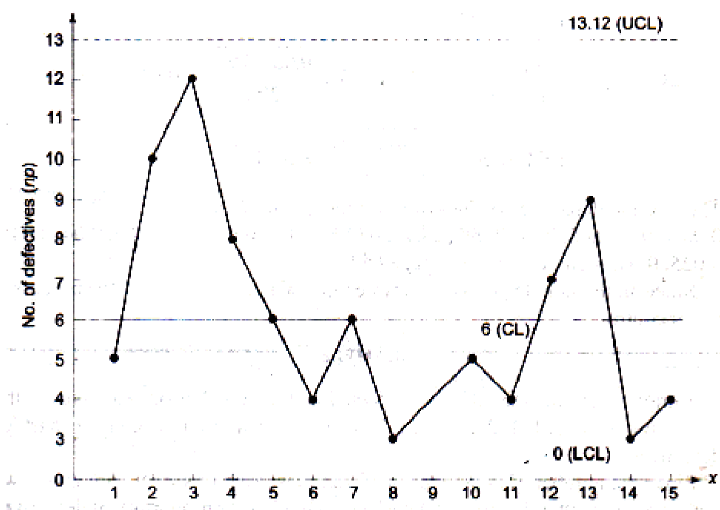
$$LCL = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$= 6 - 3\sqrt{6 \times 0.94} = -1.12 \approx 0$$ (നെഗറ്റീവ് വില എടുക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല)

$$LCL = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$= 6 + 3\sqrt{6 \times 0.94} = -13.12 \approx 0$$

np-ചാർട്ട്



ചിത്രം 11.10

11.10 സാംഖ്യക ഗുണനിയന്ത്രണത്തിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

സാംഖ്യക ഗുണനിയന്ത്രണത്തിന്റെ ചില ഉപയോഗങ്ങൾ ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നു.

1. പ്രക്രിയയിലും, ഉത്പന്നത്തിലും ഉള്ള തെറ്റുകൾ കണ്ടുപിടിക്കുവാനുള്ള ഒരു സംവിധാനം ആകുവാൻ ഇതിന് കഴിയുന്നു.
2. ഇത് ഉത്പന്നത്തിന്റെ ഗുണത്തിൽ ഏകാത്മകത ഉണ്ടാക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു.
3. ഇത് ഉപഭോക്തൃ ബന്ധം മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നു.
4. പരിശോധനാ ചെലവ് ചുരുക്കുവാൻ ഇത് സഹായിക്കുന്നു.
5. ഉപയോഗ ശൂന്യമായവയുടെ എണ്ണം കുറയ്ക്കുകയും അങ്ങനെ അസംസ്കൃത വസ്തുക്കളുടെ ചെലവ് കുറയ്ക്കുവാനും ഇത് സഹായിക്കുന്നു.
6. എത്തിച്ചേരേണ്ടുന്ന അവ്യക്ത നിർദേശത്തിലേക്കുള്ള അടിസ്ഥാനം ഇത് നൽകുന്നു.
7. പ്രക്രിയയുടെ കാര്യപ്രാപ്തി ഇത് കണക്കാക്കുന്നു.

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ട നിർദേശത്തിലുള്ള ഉത്പന്നങ്ങൾ ആണോ എന്നു നിർണയിക്കുവാൻ സാംഖ്യ ഗുണ നിയന്ത്രണം ഉപകരിക്കുന്നു. പ്രക്രിയയുട സ്ഥിരതയും അതുപ്രകാരം ഗുണവും ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഇതു മൂലം സാധിക്കുന്നു. ഗുണനിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ ഇതിനു ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണ്. സാമ്പിളുകളുടെ ഗുണത്തെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കുവാനും പരിശോധിക്കുവാനും ഗ്രാഫ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള പ്രതിനിധീകരിക്കൽ സഹായിക്കുന്നു. ഒരു പ്രക്രിയയുടെ പരിധിയിൽ നിന്നും പുറമേ പോകുന്നുണ്ടോ എന്നറിയുവാൻ സാംഖിക ഗുണ നിയന്ത്രണം സഹായിക്കുന്നു. ഉത്പന്നത്തിനു സാരമായ കേടുവരുന്നതിനു മുമ്പ് തന്നെ ഉത്പാദനം നിർത്തുവാനും പ്രശ്ന പരിഹാരത്തിനും ഇത് സഹായകമാകുന്നു

നമുക്ക് വിലയിരുത്താം

1–5 വരെയുള്ള ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ശരിയുത്തരം തെരഞ്ഞെടുക്കുക.

1. ഒരു പെട്ടിയിലെ ധാന്യങ്ങളുടെ ശരാശരി ഭാരം നിരീക്ഷിക്കുന്നതിന് ഏതുതരം ചാർട്ടാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതത്.

   a) $\bar{x}$ -ചാർട്ട് b) R-ചാർട്ട് c) p-ചാർട്ട് d) c-ചാർട്ട്

2. $\bar{x}$ ചാർട്ടിന്റെ പരിധികൾ കാണുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നതേത്

   a) A_1 b) A_2 c) D_3 d) D_4

3. ഒരു കൂട്ടം ലാപ്ടോപ്പുകളുടെ ഉത്പാദനത്തിൽ ഉപരിതലത്തിലുള്ള പോറലുകളുടെ കണക്കാക്കുന്നതിന് ഏറ്റവും അനുയോജ്യമായ ചാർട്ട് ഏതാണ്?

   a) $\bar{x}$ -ചാർട്ട് b) R-ചാർട്ട് c) p-ചാർട്ട് d) c-ചാർട്ട്

4. ഗുണാത്മക ചരത്തിനു ഉപയോഗിക്കുന്ന ചാർട്ടാണ് __________.

   a) $\bar{x}$ -ചാർട്ട് b) R-ചാർട്ട് c) np-ചാർട്ട് d) c-ചാർട്ട്

5. താഴെ പറയുന്നവയിൽ ശരിയല്ലാത്തതേത്?

   a) ഗുണം എന്നത് ഉപയോഗത്തിനുള്ള സന്നദ്ധതയാണ്
   b) സേവനങ്ങൾക്ക് ഗുണം നോക്കുന്നില്ല.
   c) ഗുണം വ്യതിയാനത്തിനു വിപരീത അനുപാതത്തിലാണ്.
   d) ഗുണം എന്ന് ഉത്പന്നങ്ങളുടെ.

6 മുതൽ 10 വരെയുള്ള ചോദ്യങ്ങൾക്ക് വിട്ട ഭാഗം പൂരിപ്പിക്കുക.

6. R ചാർട്ടിൽ പരിവർത്തനത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന സ്ഥിരാങ്കമാണ് ______ ഉം ______ ഉം

7. ഒരു ഉത്പന്നത്തിന്റെ ഉൾക്കൊള്ളാവുന്ന പരിധിയിലുള്ള വ്യതിയാനത്തെ ____________ എന്നു വിളിക്കുന്നു.

8. അസംസ്കൃത വസ്തുക്കൾ, തൊഴിലാളികൾ, യന്ത്രങ്ങൾ, പണി ഉപകരണങ്ങൾ, മറ്റു ഘടകങ്ങൾ എന്നിവയിലുള്ള ചെറിയ രീതിയിലുള്ള വ്യതിയാനം ____________ കാരണമാണ്.

9. ഒരു നിയന്ത്രണ ചാർട്ടിന് __________ എണ്ണം നിയന്ത്രണ രേഖകൾ ഉണ്ട്.

10. ചരങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ടിനായി __________ ഉം ___________ ഉം ചാർട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

11. ഒരു നിശ്ചിത അളവിലുള്ള പാക്കറ്റുകൾ നിർമിച്ച് വിതരണം ചെയ്യുവാനുള്ള ഒരു യന്ത്രം നിർമിക്കുന്നു. 5 എണ്ണം വീതമുള്ള 10 സാമ്പിളുകൾ പരിശോധിച്ച് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഫലം കിട്ടി.

സാമ്പിൾ നം.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
മാധ്യം	43	49	37	44	45	37	51	46	43	47
റേഞ്ച്	5	6	5	7	7	4	8	6	4	6

$\bar{x}$, R ചാർട്ടുകൾ വരക്കുക.

12. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഡാറ്റയുടെ $\bar{x}$ ചാർട്ടും R ചാർട്ടും വരക്കുക:

1	42	65	78	87
2	42	45	72	90
3	10	24	81	81
4	36	54	77	84
5	42	51	59	78
6	51	74	78	132
7	60	60	95	138
8	18	20	42	60
9	15	30	62	84
10	69	109	118	153
11	64	90	109	112
12	61	78	109	136

13. ഒരു ചരടിന്റെ ബലം പരിശോധിക്കുന്നതിനായുള്ള നിയന്ത്രണ ചാർട്ടുകൾ ഉണ്ടാക്കി. ഉപഗ്രൂപ്പിന്റെ വലുപ്പം 5 ആകുന്നു. $\bar{x}$ ന്റെയും R ന്റെയും വിലകൾ ഓരോ ഗ്രൂപ്പിലും കണക്കാക്കി. 25 ഉപഗ്രൂപ്പുകളുടെ $\Sigma\bar{x} = 514.8$, $\Sigma R = 120$. $\bar{x}$, R എന്നി ചാർട്ടുകളുടെ നിയന്ത്രണ പരിധികൾ കണക്കാക്കുക.

14. ഒരു ചെമ്പു നിർമാണ വ്യവസായത്തിലെ ഉത്പാദനം നിയന്ത്രണത്തിലാണോ എന്നറിയാൻ 6 എണ്ണം വീതമുള്ള 20 ഉപഗ്രൂപ്പുകൾ എടുത്തു. $\bar{\bar{x}} = 3.126$ gm, $\bar{R} = 0.009$ gm എന്ന് കിട്ടി. $\bar{x}$, R ചാർട്ടുകളുടെ നിയന്ത്രണ പരിധികൾ കണക്കാക്കുക.

15. 5 എണ്ണം വിതമുള്ള 10 സാമ്പിളുകളുള്ള ഒരു ഡാറ്റയുടെ വിലകളാണ് ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നത് മാധ്യത്തിന്റേയും, റേഞ്ചിന്റേയും മധ്യരേഖയും, നിയന്ത്രണ പരിധികളും കണക്കാക്കി പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണത്തിലാണോ എന്നു പരിശോധിക്കുക.

സാമ്പിൾ നം.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
മാധ്യം	11.2	11.8	10.8	11.6	11.0	9.6	10.4	9.6	10.6	10.0
റേഞ്ച്	7	4	8	5	7	4	8	4	7	9

16. ഒരു ചോക്കലേറ്റ് നിർമാണ കമ്പനിയിൽ പുതിയ തരത്തിലുള്ള ഒരു അടുപ്പ് നിർമിച്ചു. അതിന്റെ ഊഷ്മാവിനെ ക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ അറിയുവാൻ വിവിധ സമയങ്ങളിൽ 1/2 മണിക്കൂർ ഇടവിട്ട് 4 സാമ്പിളുകൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിധം എടുത്തു.

	അളവുകൾ			
Time	1	2	3	4
8.00 AM	40	50	55	39
8.30 AM	44	42	38	38
9.00 AM	41	45	47	43
9.30 AM	39	39	41	41
10.00 AM	37	42	46	41
10.30 AM	39	40	39	40

a) മുകളിലെ ഡാറ്റക്ക് മാധ്യത്തിനുള്ള നിയന്ത്രണ പരിധിക്കണക്കാക്കുക $\bar{x}$, R ചാർട്ടുകൾ വരക്കുക.

b) ചാർട്ട് വ്യാഖ്യാനിക്കുക.

17. ഗ്ലോബൽ നാഷണൽ ബാങ്കിലെ ക്രഡിറ്റ് വിഭാഗമാണ് ഉപഭോഗ്താവിന്റെ മാസവിനിമയം കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നത്. ഓരോ ഡാറ്റ ക്ലാർക്കും 1500 സാമ്പിൾ വിതം പരിശോധിക്കുന്നു. അതിന്റെ ഫലങ്ങൾ ആണ് ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നത്.

പരിശോധകൻ	പരിശോധിച്ചവയുടെ എണ്ണം	പൊരുത്തപെടാത്തവയുടെ എണ്ണം
A	1500	4
B	1500	6
C	1500	6
D	1500	2
E	1500	15
F	1500	4
G	1500	4

np ചാർട്ട് നിർമിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.

18. ഓട്ടോലിറ്റ് എന്ന കമ്പനി കാർബാറ്ററികൾ നിർമിക്കുന്നു. ഓരോ ഷിഫ്റ്റിന്റെയും അവസാനത്തിൽ ഗുണനിലവാരം ഉറപ്പുവരുത്തുന്നവിഭാഗം 8 എണ്ണത്തിന്റെ സാമ്പിളുകൾ എടുത്തത് പരിശോധിക്കുന്നു. കഴിഞ്ഞ 12 ഷിഫ്റ്റുകളിലെ കേടുവന്നവയുടെ എണ്ണം 2, 1, 0, 2, 1, 1, 7, 1, 1, 2, 6, 1 എന്നിങ്ങനെയാണ്. നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് വരച്ച് പ്രക്രിയ നിയന്ത്രണത്തിലാണോ എന്നു പരിശോധിക്കുക.

19. ഒരു ബൈസൈക്കിൾ നിർമിക്കുന്ന ആൾ ദിനംതോറും നിർമിക്കുന്നവയിൽ നിന്നും 10 എണ്ണം പരിശോധിക്കുന്നു. കഴിഞ്ഞ 14 ദിവസങ്ങളിലായി കണ്ടുപടിച്ച കേടുകളുടെ എണ്ണം 3, 2, 1, 3, 2, 2, 8, 2, 0, 3, 5, 2, 0, 4 എന്നിങ്ങനെയാണ്. ഈ പ്രക്രിയക്ക് ഒരു നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് വരച്ച് നിയന്ത്രണത്തിലാണോ എന്നു പരിശോധിക്കുക.

20. ഒരു ടയർ കമ്പനി അതിന്റെ പരിശോധന പ്രക്രിയയുടെ ഭാഗമായി 3 എണ്ണം വീതമുള്ള 20 സാമ്പിളുകൾ എടുക്കുന്നു.

സാമ്പിൾ	പുറം ഭാഗത്തിന്റെ തേയ്മാനം			സാമ്പിൾ	പുറം ഭാഗത്തിന്റെ തേയ്മാനം		
1	44	41	19	11	11	33	34
2	39	31	21	12	51	34	39
3	38	16	25	13	30	16	30
4	20	33	26	14	22	21	35
5	34	33	36	15	11	28	38
6	28	23	39	16	49	25	36
7	40	15	34	17	20	31	33
8	36	36	34	18	26	18	36
9	32	29	30	19	26	47	26
10	29	38	34	20	34	29	32

a) മാധ്യം, റേഞ്ച് എന്നി ചാർട്ടുകളുടെ നിയന്ത്രണ പരിധികൾ കാണുക.

b) നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് വരച്ച് വ്യാഖ്യാനിക്കുക.

21. The Inter Global Moving and Storage Company അവർക്ക് ലഭിച്ച പരാതികൾ ഉപയോഗിച്ച് നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് വരയ്ക്കുവാൻ ഉദ്ദേശിക്കുന്നു. കഴിഞ്ഞ 12 മാസങ്ങളിലോരൊന്നിലും ലഭിച്ച 50 പരാതികളുടെ സാമ്പിൾ എടുത്തു. ഓരോ മാസവും ലഭിച്ച പരാതികളുടെ എണ്ണം 8, 7, 4, 8, 2, 7, 11, 6, 7, 6, 8, 12 എന്നിങ്ങനെയാണ്.

a) പരാതികളുടെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് വരയ്ക്കുക.

b) ചാർട്ട് പരിശോധിച്ച് ഏതെങ്കിലം മാസം ലഭിച്ച പരാതികളുടെ എണ്ണം നിയന്ത്രണ വിധേയമല്ലേയെന്ന് പരിശോധിക്കുക.

22. താഴെ പറയുന്ന 5 എണ്ണം വിതമുള്ള 15 സാമ്പിൾ ഉൾപ്പെട്ട ഡാറ്റയുടെ മാധ്യം, പരിധി ചാർട്ടുകൾ വരച്ച് നിയന്ത്രണാവസ്ഥയെക്കുറിച്ച് പ്രസ്താവിക്കുക.

X:	65.0	64.6	64.1	68.5	68.4	67.9	65.0	64.6
R:	9.8	9.8	8.4	3.9	7.6	8.7	0.1	9.7
X:	64.1	63.2	62.9	62.4	67.0	66.6	66.1	
R:	7.7	7.5	1.2	9.8	6.4	0.6	6.3	

23. ഒരു ഭക്ഷണ നിർമാണശാല മാമ്പഴ ജ്യൂസ് പല പെട്ടികളിലാക്കുന്നു. 4 എണ്ണം വിതമുള്ള 20 സാമ്പിളുകൾ എടുക്കണം. ഓരോ സാമ്പിളിലും ഉൾപ്പെട്ട പെട്ടിയുടെ ഭാര

മാണ് ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത് (30 മിനിറ്റുകളുടെ ഇടവേളയിൽ) X, R ചാർട്ടുകൾ വരച്ച് നിയന്ത്രണസ്ഥിതിയെ ക്കുറിച്ച് വ്യാഖ്യാനിക്കുക.

Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	15	10	8	12	18	20	15	13	9	6
Weights drained	12	8	15	17	13	16	19	23.	8	10
	13	8	17	11	15	14	23	14	18	24
	20	14	10	12	4	20	17	16	5	20
Sample No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	2 ?
	5	3	6	12	15	18	13	10	5	6
	12	15	18	9	15	17	16	20	15	14
Weights	20	18	12	15	6	8	5	8	10	12
drained	15	18	10	18	16	15	4	10	12	14

24. 50 എണ്ണം വീതമുള്ള 15 സാമ്പിളുകൾ പരിശോധിച്ചു അവയിലലെ കേടുവന്നവയുടെ എണ്ണം ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നു.

    2, 3,4, 2,3,0, 1,2, 2,3,5,5, 1,2,3

    കേടുവന്നവയുടെ നിയന്ത്രണ ചാർട്ട് വരക്കുകയും നിയന്ത്രണ സ്ഥിതിയെപറ്റി വിവരിക്കുകയും ചെയ്യുക.

25. ഒരു സാധനത്തിന്റെ 400 എണ്ണം വീതമുള്ള 10 സാമ്പിളുകൾ പരിശോധിക്കുന്നു. അതിലെ കേടുവന്നവയുടെ എണ്ണമാണ് ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നത്

    19, 4, 9, 12, 9, 15, 26, 14, 15, 17.

    ചാർട്ട് വരച്ച് നിയന്ത്രണ സ്ഥിതി വിശകലനം ചെയ്യുക