

## 10. Protsessijuhtimisprogrammi koostamine

Protsessijuhtimisprogrammi ettevalmistamine ja koostamine, moodustavad ainult väikese osa kogu automaatikasüsteemi projektist. Alljärgnevas tabelis 10.1 [13] on Näidatud, missugused toimingud kuuluvad automaatikasüsteemide projekteerimise valdkonda ning millise osa neist moodustab programmi ettevalmistamine ja koostamine.

**Tabel 10.1 Projekti valmimise etapid**

Ülesande kirjeldus ja jaotus			Dokumentatsioon
Juhtimiseks vajaliku valik			
Tarkvara valik	Riistvara valik	Elektrikilbi või -kapi valik	
Juhtimiseks vajaliku väljatöötlus			
<b><u>Programmeerimine</u></b>	Paigutus ja ühendused	Ehituse iseärasused	
Riist- ja tarkvara kasutuselevõtt			
Juhtsüsteemi üleandmine tellijale			

Esimeses etapis tehakse kogu süsteemi kirjeldus koos ülesande või ülesannete kirjeldusega ning jaotatakse töö teatud sõlmedeks, mis esitatakse hinnapakkumiseks elektri- ja muid komponente tootvatele firmadele. Üleande püstitamisel ei tohi unustada tehnilisi, keskkonnaalaseid ja muid tingimusi, millest sõltub edasine töö. Teises etapis valitakse antud protsessi juhtimiseks vajalik riistvara, elektrikilbid jne., mille põhjal koostatakse kolmandas etapis elektri- vm. projekt. Vastava riistvara valik tingib ka sobiva tarkvara valiku. Samaaegselt elektri projekti valmimisega programmeeritakse juhtsüsteeme. Peale elektri- jm. projektide valmimist alustatakse kokkupaneku- ja paigaldustöödega. Kui kogu projekteeritav süsteem on valmis, alustatakse juhtseadmete häälestamisega, mida saab mõnikord teha ka paralleelselt paigaldustöödega. Juhtsüsteemi testimise ja häälestamise järel, olles igati veendunud, et see töötab vastavalt ülesandes püstitatud nõuetele, toimub projekti üleandmine tellijale.

### 10.1. Programmeerimiseks ettevalmistamine

Programmeerimiseks ettevalmistamine jaguneb kaheks suuremaks etapiks, millede läbimised on küllaltki mahukad, kuid võimaldavad säästa hiljem programmeerimisega kaasnevaid kulutusi.

#### 1. Kirjeldada probleemi ehk protsessi, milleks on vaja

- kirjeldada täpselt mida programm peab tegema,
- jaotada protsess väiksemateks iseseisvateks operatsioonideks,
- kirjeldada neid operatsioone üksikasjalikult,
- määrata sisendite ja väljundite arv ja nende tüüp,
- määrata operatsioonide täitmiseks nõutud kiirus,

- määrata operatsioonide täpsus
- määrata nõutud mälu suurus
- koostada graafiskeemid
- koostada ajadiagrammid jne.

Seega esimesse etappi kuulub kahtlemata ka riistvara, tarkvara jm. valik (arv, tüüp jne.) (tabel 10.1). Nende valik sõltub juhitava protsessi keerukusastmest ja liigist. Näiteks riistvaraliselt sisend- ja väljundseadmete arv sõltub sellest,

- kui palju andureid ja täitureid on kasutusel
- keerukaid juhtimisülesandeid peab protsessor lahendama
- jne.

Reeglina kuuluvad kõige lihtsamatest kuni kõige raskemate protsesside juhtseadmete juurde

- toiteplokk,
- protsessor koos programmimäluga,
- sisend/väljundliides (plokk).

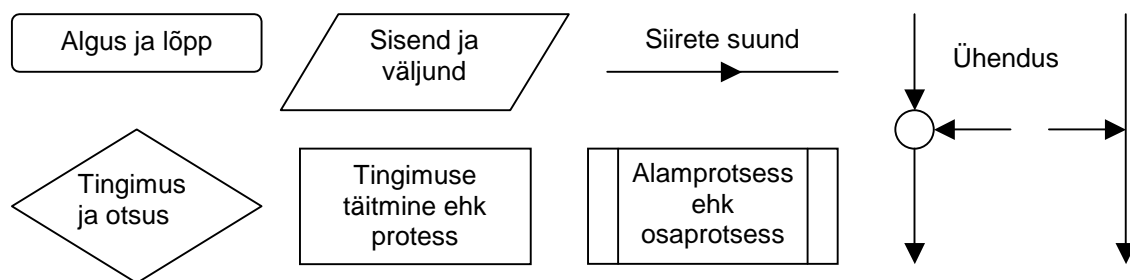
Keerukate protsesside lahendamisel lisanduvad neile kolmele vastavad spetsiaalliidesed, mille valikuks kasutatakse vastava firma seadmete katalooge. Tehnoloogiaskeemi kirjelduse põhjal määratakse ka kindlaks, kus on tegemist analoog- või digitaalsignaalidega, missugused ajalised sõltuvused ja seosed on andurite ja täitrite vahel jne. Riistvara valikuga paralleelselt tuleb jälgida, et juhtseadmetega kaasaskäiv tarkvara võimaldaks vastavat protsessi juhtida. Samuti tuleb arvestada keskkonnaolusid (niiskust, temperatuuri, tuleohtlikkust jne.), mis määravad riistvara, sh. elektrikilbi või -kapi valiku.

Protsessi kirjeldus peab lähtuma tehnoloogiaskeemist ja selle detailsest kirjeldusest. Selle põhjal koostatakse graafiskeemid, ajadiagrammid jms., mis on abiks juhtimisalgoritmi koostamisel.

## 2. Juhtimisalgoritmi koostamine.

Algoritm on sammude jada mis määrab probleemi lahendamise meetodid. Algoritmi esitatakse vooludiagrammina, kus protsesside, osaprotsesside, otsuste, ühenduste, sisendite ja väljundite kirjeldamiseks kasutatakse rahvusvaheliselt standardiseeritud tingimärke, milledest enam kasutatud on toodud joonisel 5.1.

Protsessi jaotamine osadeks ja esitamine algoritmina ehk graafiliselt aitab sellest paremini aru saada ning hõlbustab hilisemat programmeerimist. Seega määratleb algoritm sisuliselt programmi struktuuri, kus on näidatud operatsioonide täitmise järjekord ja nende täitmise tingimused.



Joonis 10.1 Algoritmides kasutatavate tingmärkide ülevaade

Algoritmi või üldstruktuuri koostamisel tuleb lähtuda protsessi tehnoloogiaskeemist ja analüüsida, kas on võimalik seda lihtsustada. Protsessi loogikaskeemi lihtsustamiseks saab kasutada mitmesuguseid meetodeid nagu Karnaugh' kaart, Quine-McCluskey meetod jne. Kuid eelnev ei kehti juhtautomaatide puhul, mis sisaldavad peale lihtloogika elementide ka mälufunktsioone. Seega ei saa juhtprogrammi lihtsustamiseks, kui see sisaldab ka mälu-, loendus-, viivitus- jm. elemente, kasutada eelmainitud lihtsustusmeetodeid, vaid tuleb lihtsalt jälgida, et kõik ühe ja sama väljundi juhttingimused oleksid määratletud väljundlülituse juures. Teiste sõnadega ei ole mõtet kasutada väljundi juhtskeemi eri tingimuste korral mitu korda eri programmilõikudes, kuna halveneb ülevaade programmist.

Järgneva sammuna toimub ohutustingimuste määratlemine protsessi juhtimiseks kusjuures eelnevalt peab olema täpselt teada operatsioonide omavahelised sõltuvused (elektrilised, mehaanilised, loogilised). Otstarbekas on koostada sisend/väljund diagrammid ja operatsioonide võimalikult täpsed kirjeldused. Tuleb koostada ka ahelad, mis võimaldaksid protsessi hädaolukorras käsitsi juhtida. Määratleda tuleb ka see, kus hädastopplülitit paikneb, missugused seadmed temaga välja lülitatakse; samuti peab programmis kajastuma hädastoppolukord. Programmi ettevalmistavasse etappi kuulub ka operaatorjuhtimise ja selle paneelide kirjeldus.

## 10.2. Programmeerimine

Kui juhtalgoritm on koostatud ja lihtsustatud, seadmed valitud ning juhtimiseks vajalik välja töötatud, tuleb asuda kontrolleri programmeerimise juurde. Et kontrolleri programmeerida, on vaja vastavat tarkvara. Tarkvara valik on määratud vastava riistvara kasutusega. Kasutades protsessi juhtimiseks mingi kindla firma riistvara, tuleb kasutada ka sama firma tarkvara. Vastasel juhul ei ole võimalik riistvara programmeerida ja protsessi juhtida, kuna iga konkreetse firma seadmetel on eripärad, mis ei pruugi sarnaneda mõne teise firma eripäradega. Kui seadmete ja tarkvara valik on tehtud, tuleb valida kasutajale kõige sobivam programmi esitusviis. Enamkasutatavad programmeerimise esitusviisid on kindlaks määratud standardiga IEC 61131-3 (vt. § 9.1). Programmeerija peab seega valima pakutud esitusviisidest kõige sobivama ja alustama programmeerimist.

Programmi saab kirjutada nii arvuti kõvakettalele (ketasmällu) kui ka otse kontrolleri muutmällu. Soovitav on programm eelnevalt arvuti kettaseadmetele kirjutada, mille järel tuleks programmis kontrollida täiturite sisse- ja väljalülitamistingimusi. Selleks tuleks küsida endalt täiturseadme kohta järgnevalt, millal

- tohib sisse lülitada,
- ei tohi sisse lülitada,

- peab sisse lülitama,
- peab jääma sisselülitatuks,
- tohib välja lülitada,
- ei tohi välja lülitada,
- peab välja lülitama.

Kui on veendunud programmi õigsuses, s. t. selles, et ta täidab programmeerija ja protsessi poolt püstitatud tingimusi, võib minna järgmise etapi juurde, milleks on programmi *testimine*.

### 10.3. Programmi testimine ja protsessi diagnostika

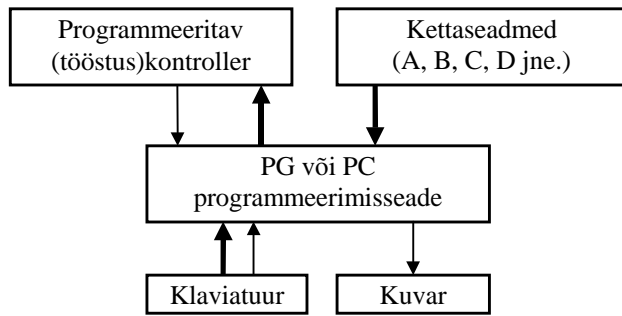
Riist- ja tarkvara kasutuselevõtt (tabel 10.1) koosneb paljudest toimingutest, nagu nt. protsessi töö kontroll, diagnostika ja programmi testimine. Riist- ja tarkvara kasutuselevõtule järgneb töö üleandmine tellijale, mida siin ei käsitleta.

Protsessi kontrolltoimingutega tehakse kindlaks, kas elektriseadme, seadmekomplekti või paigaldise ohutus, talitlusvõime ja füüsilised omadused (parameetrid, tunnusjooned jms.) on nõuetekohased. Seega võib protsessi kontrollimine (katsetamine, testimine) sisaldada *proovimist, mõõtmist* või *teimi*. Proovimine seisneb seadme või selle osa talitlemise kontrollis mõõtmisi kasutamata. Mõõtmine on mõõteriista(de) abil sooritatav kontrollitoiming. Teim seisneb teatava, enamasti seadme mingi tunnussuuruse teimiväärtuse rakendamises seadmele teatavaks ajaks või muul teataval viisil; tarbe korral võidakse teimi ajal mõõta seadme korrasolekut iseloomustavaid suurusid.

Protsessi töö kontroll hõlmab endas samuti koostatud programmi testimist ja diagnostikat reaalses tööprotsessis. Vastav tarkvara on iga konkreetse seadme jaoks tavaliselt olemas. Ka selle kohta saab täpsemat infot vastava firma seadmete kataloogist.

Protsessi töö kontrolli all mõistetakse programmeeritavate kontrolleri juures programmi ja protsessi õigsuse kontrolli ehk testimist s. t. kindlakstegemist, kas programmi poolt juhitud protsess vastab protsessi kirjelduses püstitatud tingimustele ja eelnevalt koostatud algoritmile. Et selles veenduda, tuleb arvutil koostatud programm laadida kontrolleri ja käivitada vastav testprogramm või kasutada testpaketti mis võimaldab testida (S7-PLCSIM) programmi kontrolleri olemasolul. Tarkvarapakett S7-PLCSIM simuleerib näiteks SIMATIC S7-300/400 sarja kontrolleri puudumisel kontrolleri toimuvat arvuti ekraanil. Programmi seda laadi eelnev testimine tõstab programmi kvaliteeti ja vähendab projekti esmakäikuandmise kulusid, sest seadmete protsessi jaoks häälestamise aeg väheneb tunduvalt.

Et testida valminud programmi kontrolleri, tuleb kõigepealt kopeerida ehk siirata ta programmeerimise mälu, milleks võib olla personaalarvuti kõvaketas, juhtseadme ehk kontrolleri mälu ning viia seejärel kontrolleri talitlusolukorda. Seejärel tuleb programmpaketis vastavast menüüst startida testimine, mille abil saab testida programmi tööd kontrolleri (joonis 10.2).



← Programmi ülekandmisprotsess arvuti kettaseadmetelt kontrollerrisse

← Kontrolleris paikneva programmi testimisprotsess arvuti kuvaril

Joonis 10.2. Programmi ülekandmine ja testimine

Kuna programm võib koosneda paljudest plokkidest (juht-, andme-, funktsioonplokid ja funktsioonid), siis tuleb jälgida seda, et testimise lõppfaasis, milles kontrollitakse kogu programmi tööd, oleks kõik plokid kontrolleri mällu laetud.

Vigade esinemisel programmis või kontrolleri moodulites on diagnostika võimalik kui programmeerimistarkvara seda võimaldab. Sellise diagnostika kasutamise korral on küllaltki lihtne leida kontrollerris protsessori töö katkemist põhjustanud viga.