

**Mikrokvalifikatsiooniõpe: Automaatika programmeerimise alused CODESYS 3.5 ja FESTO kontrolleri**

**1. ÜLDANDMED** (kohustuslikud väljad on tähistatud tärniga \*)

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Täienduskoolitusasutuse nimetus*</b>                     | Pärnu Saksa Tehnoloogiakool                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Õppekava nimetus (eesti keeles)*</b>                     | Automaatika programmeerimise alused CODESYS 3.5 ja FESTO kontrolleri                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Õppekava nimetus (inglise keeles)*</b>                   | Fundamentals of Automation Programming with CODESYS 3.5 and FESTO Controller                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Õppe liik*</b>                                           | mikrokvalifikatsioon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Õppekavarühm*</b>                                        | elektroonika ja automaatika                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Õppe maht ainepunktides*</b>                             | 5 AP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Õppekeel*</b>                                            | eesti keel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Sihtrühm ja/või õppe alustamise tingimused</b>           | Mikrokvalifikatsioon on suunatud inimestele kes soovivad täiendada teadmisi automaatikasüsteemide programmeerimisest kasutades CODESYS 3.5 keskkonda ja FESTO loogikakontrollerit ning on huvitatud kaasaegsete automaatikavahenditega töötamisest.                                                                                                      |
| <b>Õppekava koostamise alus</b>                             | Kutsestandard „Automaatik, tase 4“ kinnitatud Energeetika, Mäe- ja Keemiatööstuse Kutsenõukogu 03.10.2024.a otsusega nr 14.<br><br>Vastavad kutsestandardi kompetentsid: <ul style="list-style-type: none"><li>• B.2.4 Kontrolli- ja hooldustööd</li><li>• B.2.5 Tootmisautomaatika</li><li>• B.2.7 Automaatik, tase 4 kutset läbiv kompetents</li></ul> |
| <b>Õppekava vastavus Eesti kvalifikatsiooniraamistikule</b> | EKR 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**2. ÕPPEKAVA EESMÄRK JA ÕPIVÄLJUNDID\***

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Õppekava eesmärk*</b> | Õppekava eesmärk on arendada õppija oskusi automaatikasüsteemide kavandamises, programmeerimises ja visualiseerimises, keskendudes CODESYS 3.5 keskkonnale ja FESTO loogikakontrolleri kasutamisele. Õpe toetab õppijat kaasaegsete automaatikavahendite rakendamisel ning valmistab teda ette praktilisteks |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | tööülesanneteks tööstusautomaatika valdkonnas.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Õppekava õpiväljundid*</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teab automaatjuhtimissüsteemi ülesehitust ning mõistab andurite, regulaatorite ja täiturite tööpõhimõtteid ja nende ülesandeid.</li> </ul>                                                              |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oskab kasutada CODESYS 3.5 kasutajaliidest, luua uusi projekte ning arendada lihtsamaid automaatikarakendusi.</li> </ul>                                                                                |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koostab juhtimisprogramme CFC ja Structured Text (ST) keeles, järgides loogikastruktuure ja programmeerimisvõtteid.</li> </ul>                                                                          |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loob ja analüüsib PID-regulaatori juhtimisahelat, seadistab selle parameetrid ning jälgib regulaatori tööd reaajas.</li> </ul>                                                                          |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualiseerib lähtekoodi CODESYS 3.5 ja SCADA keskkonnas rakendades visuaalseid efekte ja kuvades protsessiandmeid ning graafilisi elemente, et võimaldada protsessi jälgimist ja juhtimist.</li> </ul> |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koostab ja analüüsib trendigraafikuid ning visualiseerib reaajas andmete muutusi, edastades protsessi olekut ja häiresignaale visuaalsete vahendite abil.</li> </ul>                                    |

### 3. ÕPPEPROTSESSI KIRJELDUS\*

#### 3.1 Õppe sisu, õppemeetodid, mahu jaotus\*

| Teema/moodul/aine*                                                                                                                                                                                                                                                                                | Õppemeetod(id)*                    | Mahu jaotus* |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    | Kontaktõpe   | Iseseisev töö |
| Automaatjuhtimissüsteemide programmeerimine ja visualiseerimine, 4 AP<br><br>Õpiväljundid: <ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab juhtimissüsteemi struktuuri ning automaatjuhtimissüsteemi põhikomponentide (andurid, regulaatorid, täituri) ülesandeid ja tööpõhimõtteid.</li> </ul> | loeng<br>praktiline töö<br>arutelu | 1,5          | 2,5           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |            |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• kasutab programmeerimiskeskonda CODESYS 3.5: tunneb selle liidest, seadistab projekti ning loob lihtsaid automaatikarakendusi.</li> <li>• koostab lihtsaid juhtimisprogramme kasutades CFC (Continuous Function Chart) programmeerimiskeelt, järgides loogikastruktuure ja skeemipõhist ülesehitust.</li> <li>• koostab ja analüüsib juhtimisprogramme Structured Text (ST) programmeerimiskeeles, rakendades põhilisi programmeerimisvõtteid.</li> <li>• visualiseerib ja tõlgendab lähtekoodi CODESYS keskkonnas, kasutades selleks vastavaid tööriistu ja simulatsioonivõimalusi.</li> <li>• koostab ja seadistab PID-regulaatori juhtimisahela, seadistab parameetrid ning analüüsib regulaatori tööd reaajas.</li> <li>• seadistab FESTO kontrolleri vastavalt antud protsessile ja integreerib selle automaatikarakendusse.</li> <li>• koostab ja rakendab toimiva süsteemi, kus ühendatud on andur, regulaator, kontrolleri ja täitur vastavalt õppeskeemile.</li> <li>• visualiseerib automaatikaprotsesse SCADA programmi abil, luues graafilise kasutajaliidese reaajas andmete jälgimiseks ja juhtimiseks.</li> </ul> |                                             |            |            |
| <p>Tarkvarasüsteemi SCADA visualiseerimise võimalused, 1 AP</p> <p>Õpiväljundid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjeldab SCADA süsteemi eesmärki ja visualiseerimise rolli tööstusprotsesside jälgimisel ja juhtimisel.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>loeng<br/>praktiline töö<br/>arutelu</p> | <p>0,5</p> | <p>0,5</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |          |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------|----------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• loob graafilise kasutajaliidese (HMI), mis kujutab protsessi elemente nagu andurid, täituriid, ventiilid ja mootorid.</li> <li>• rakendab visuaalseid efekte (nt värvid, animatsioonid, vilkumine), et edastada protsessi olekuid ja häiresignaale.</li> <li>• seadistab SCADA süsteemis reaajas andmete kuvamise, kasutades sobivaid visualiseerimisvahendeid (nt mõõtmisväärtused, numbrinäidud, graafilised näidikud).</li> <li>• koostab ja analüüsib trendigraafikuid, mis kajastavad protsessiandmete muutusi ajas.</li> <li>• Kuvab ja haldab häireid ning alarme koos ajatemplitega, võimaldades jälgida süsteemi töökindlust ja sekkuda rikete korral.</li> <li>• Koostab SCADA süsteemis aruandeid ja andmetabeleid, mis esitavad tootmis- või tarbimisandmeid struktureeritud kujul.</li> <li>• Kasutab SCADA visualiseerimist otsuste tegemisel, tuginedes reaajas andmetele ja süsteemi oleku tõlgendamisele.</li> </ul> |  |          |          |
| <b>KOKKU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | <b>2</b> | <b>3</b> |

Õppetöö toimub Pärnu Saksa Tehnoloogiakooli:

- õppeklassides, mis on varustatud kaasaegse õppe- ja esitlustehnikaga ning vajalike arvutiprogrammide ja litsentsidega;
- elektri- ja automaatika laborites, mis on varustatud praktiliste õppevahenditega.

Õppetöö tarbeks on ruumides nii võrguinternet kui Wifi leviala, mis võimaldab mikrokvalifikatsiooni omandajal tulla kohale oma sülearvutiga.

Õppetööks kasutatavad ruumid ei ole ligipääsetavad liikumispuudega inimestele.

### 3.3 Õppematerjalide loetelu

#### Raamatud:

- Brindfeldt, E., Rottenberg, V., Lepiksoo, U. (2014). Mehhatroonika komponendid : õppematerjal kutsekoolidele Tallinn
- Risthein, E. (2007). Sissejuhatus energiatehnikasse. Tallinn
- Pütsep, R. (2008). Elektrotehnika ja elektroonika. Tallinn

#### Elektrooniline kirjutis:

- AutomationDirect Learning Resources – [www.automationdirect.com](http://www.automationdirect.com)
- CADe\_Simu Software <https://cade-simu.en.softonic.com/>
- Circuit Simulation Software <https://www.labcenter.com/simulation/>
- CODESYS Official Website – [www.codesys.com](http://www.codesys.com)
- FESTO õppematerjalid [www.festo.com](http://www.festo.com)
- InstrumentationTools.com – SCADA tutorials <https://instrumentationtools.com/category/scada/>
- NI (National Instruments) – SCADA basics <https://www.ni.com/en-us/innovations/scada.html>
- PLC-Training.org – [www.plc-training.org](http://www.plc-training.org)
- Pneumatics Training by Festo Didactic – [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com)
- Tehnoloogiliste protsesside automaatjuhtimine <https://opiobjektid.tptlive.ee/Automaatjuhtimine/index.html>

#### Seadused, dokumendid:

- Automaatik, tase 4 kutsestandard
- Seadme ohutuse seadus (2015). RT I, 23.03.2015, 4

#### Muu:

- Õpetajate koostatud õppematerjalid

## 4. NÕUDED LÕPETAMISEKS, HINDAMINE JA VÄLJASTATAVAD DOKUMENDID\*

### 4.1 Nõuded lõpetamiseks, sh hindamismeetodid ja -kriteeriumid\*

Hindamismeetodid: õpiväljundite saavutamist hinnatakse mitmeeristavalt:

- moodulipõhiste teoreetiliste ja praktiliste ülesannete sooritamise põhjal auditoorses õppetöös;
- moodulipõhiste iseseisvate tööde sooritamise põhjal;
- mikrokvalifikatsiooni lõpuarvestuste sooritamise põhjal.

Hindamiskriteeriumid:

Mikrokvalifikatsiooni omandamiseks peab osaleja sooritama moodulipõhised teoreetilised, praktilised ja iseseisvad tööd ning sooritama positiivsele tulemusele mikrokvalifikatsiooni lõpuarvestuse. Lõpuarvestust hinnatakse mitmeeristavalt (arvestatud, A, mittearvestatud MA).

Hindamiskriteeriumid õpiväljunditest lähtuvalt:

1. Õppekava õpiväljund :Teab automaatjuhtimissüsteemi ülesehitust ning mõistab andurite, regulaatorite ja täiturite tööpõhimõtteid ja nende ülesandeid.

Teoreetilised ja iseseisvad ülesanded:

- Kirjeldab automaatjuhtimissüsteemi põhikomponendid ja nende tööpõhimõtted.
- Selgitab komponentide rolli ja seoseid süsteemis (sisend–töötlus–väljund).
- Toob näite iga komponendi rakendusest tööstuses.

2. Õppekava õpiväljund : Oskab kasutada CODESYS 3.5 kasutajaliidest, luua uusi projekte ning arendada lihtsamaid automaatikarakendusi.

Praktilised ja iseseisvad ülesanded:

- Kasutab iseseisvalt CODESYS 3.5 keskkonda ja loob uue projekti lähteülesande põhjal.
- Rakendab kasutajaliidese põhifunktsioone (nt projektihaldus, simulatsioon, konfiguratsioon).
- Arendab ja testib lihtsa automaatikarakenduse ning kõrvaldab vead.

3. Õppekava õpiväljund : Koostab juhtimisprogramme CFC ja Structured Text (ST) keeles, järgides loogikastruktuure ja programmeerimisvõtteid

Praktilised ja iseseisvad ülesanded:

- Koostab ülesandele vastava CFC-skeemi ja töökindla ST-koodi.

- Kasutab sobivaid programmeerimisvõtteid (andmetüübid, tingimuslaused, tsüklid, kommentaarid).
- Testib programmi simulatsioonis ja parandab vead.

4. Õppekava õpiväljund : Loob ja analüüsib PID-regulaatori juhtimisahelat, seadistab selle parameetrid ning jälgib regulaatori tööd reaajas.

Praktilised ja iseseisvad ülesanded:

- Koostab PID-ahela ja seadistab regulaatori parameetrid.
- Selgitab parameetrite mõju süsteemi dünaamikale ja jälgib regulaatori tööd reaajas.
- Analüüsib regulaatori toimimist ning vajadusel kohandab seadeid protsessi optimeerimiseks

5. Õppekava õpiväljund : Visualiseerib lähtekoodi CODESYS 3.5 ja SCADA keskkonnas rakendades visuaalseid efekte ja kuvades protsessiandmeid ning graafilisi elemente, et võimaldada protsessi jälgimist ja juhtimist.

Praktilised ja iseseisvad ülesanded:

- Koostab toimiva visualiseerimisvaate CODESYS 3.5 ja SCADA keskkonnas.
- Kuvab reaajas andmeid ja võimaldab juhtimist visuaalsete elementide kaudu.
- Seob andmepunktid koodiga ning testib visualiseeringu töökindlust.

6. Õppekava õpiväljund : Koostab ja analüüsib trendigraafikuid ning visualiseerib reaajas andmete muutusi, edastades protsessi olekud ja häiresignaale visuaalsete vahendite abil.

Praktilised ja iseseisvad ülesanded:

- Koostab trendigraafikud ning valib sobivad mõõtesuurused ja ajavahemikud.
- Kuvab reaajas andmeid ja lisab häirete visualiseeringud.
- Analüüsib andmetrende ja teeb järeldusi protsessi seisundi kohta.

#### Mikrovalifikatsiooni lõpuarvestus:

Lõpuarvestus koosneb praktilisest ja teoreetilisest osast, mille käigus õppija demonstreerib terviklikult oma oskusi automaatjuhtimissüsteemide planeerimisel, programmeerimisel ja visualiseerimisel. Hindamine toimub mitteeristavalt (arvestatud, A, mittearvestatud MA) vastavalt õppekava õpiväljundite saavutamisele. Lõpuarvestus loetakse sooritatuks, kui õppija täidab praktilised ja teoreetilised ülesanded iseseisvalt ning vastavuses õppekava õpiväljunditega.

## 4.2 Väljastatavad dokumendid\*

### Lõpetamisel väljastatav dokument:

Lõpetamisel väljastatakse Pärnu Saksa Tehnoloogiakooli mikrokvalifikatsiooni tunnistus.

Mikrokvalifikatsioon loetakse omandatuks kui osaleja on sooritanud täies mahus moodulipõhised teoreetilised, praktilised ja iseseisvad tööd ning sooritanud positiivsele tulemusele mikrokvalifikatsiooni lõpuarvestuse, sellisel juhul väljastatakse talle mikrokvalifikatsiooni lõppemisel tunnistus.

## 5. KOOLITAJATE KVALIFIKATSIOONI ÜLDINE KIRJELDUS\*

Nõutav: koolitaja on omandanud elektrialase kutse-või kõrghariduse ning omab vähemalt 2-aastast töö-või õpetamiskogemust nimetatud valdkonnas.

Kasuks tuleb: täiskasvanute koolitaja kutse (vähemalt EQF tase 5) ja/või pedagoogiline haridus.

## 6. LÜHENDID, SELGITUSED:

AP-aine punkt

EKR 4-European Qualifications Framework 4

RT- Riigiteataja

### Programmide selgitused:

CADe- Computer-Aided Design for electronics

CFC-Continuous Function Chart

CODESYS 3.5 – Controller Development System 3.5

FESTO-tuleneb ettevõtte Festo AG & Co. KG asutajatest, Fe – Albert Fest ja Sto –  
Gottlieb Stoll

HMI- Human-Machine Interface

PID- Proportional-Integral-Derivative

PLC- Programmable Logic Controller

SCADA- Supervisory Control and Data Acquisition

