

Jaakko Etto ja Heikki Isometsä

Kehittyvä ja muuttuva teollisuuden prosessiautomaation laboratorio

Asiasanat: automaatiojärjestelmä, automaatio, elinkaari, oppiminen

Heikki Isometsä: Lapin ammattikorkeakoulu, E-mail: heikki.isometsa@lapinamk.fi

Jaakko Etto: Lapin ammattikorkeakoulu, E-mail: jaakko.etto@lapinamk.fi

1 Johdanto

Vuoden 2020 kevään koronan tuomat haasteet toivat käytännön opetukseen muutoksia koko Suomessa, niin myös Lapin ammattikorkeakoulun Kemin kampuksella. Vuonna 2019 opetusprosesseissa tehdyn automaatiokoulutuksen ulkopuolisen auditoinnin tuloksena oli ryhdytty jo suunnittelemaan isoja uudistuksia varsinkin prosessiautomaation opetusympäristöihin. Osaltaan näiden edellä mainittujen asioiden vaikutuksesta on uusiin opetusympäristöihin toteutettu monipuolisia oppimismahdollisuuksia, joita voidaan hyödyntää niin automaation, sähkövoimatekniikan kuin kunnossapidon oppimisessa. Vuosina 2020–2024 on uudistuksia tehty kaikkiin automaatio-opetuksen luokkiin ja laboratorioihin. Uudistukset ja kehitystyö jatkuvat yhä ja tarkoitus onkin, että uudet ympäristöt mahdollistavat jatkuvan kehityksen pieninä kokonaisuuksina. Opetusympäristöjen ja laboratorioiden matalista käyttöasteista puhutaan usein. Uusista laboratorioympäristöistä on tästä syystä tehty ns. hybridilaboratorioita, joita voidaan käyttää etänä ja ohjatusti tai ohjaamatta paikan päällä. Laboratorioiden turvallisuuteen on myös kiinnitetty huomiota ja mahdollistettu opiskelijoille laboratorioiden käyttö heidän aikatauluunsa sopivasti. Opiskelijoita on myös kuultu ja heidän kokemuksiaan ja mielipiteitä on pyritty hyödyntämään kehitystyössä.

2 Monisoluinen muuttuva laboratorio

Uudessa laboratorion toimintamallissa on pyritty useamman opiskelijaryhmän samanaikaiseen opiskeluun ja käytännön tekemiseen riippumatta toisten ryhmien projektien tilanteista. Laboratorion teollisuusprosessina toimii monisoluinen eli 12-soluinen prosessi. Prosessin solut ovat toiminnaltaan samankaltaisia, mutta ne on toteutettu toisistaan poikkeavilla eri valmistajien pumppauskäyttöillä ja kenttäinstrumentoinnilla.

Prosessiautomaatiolaboratoriossa opetetaan tehdas- ja tuotantoprosesseja turvallisesti käyttäen väliaineena vettä. Energiatehokkuuden näkökulmasta voidaan mitata sähköenergian ja paineilman käyttöä.

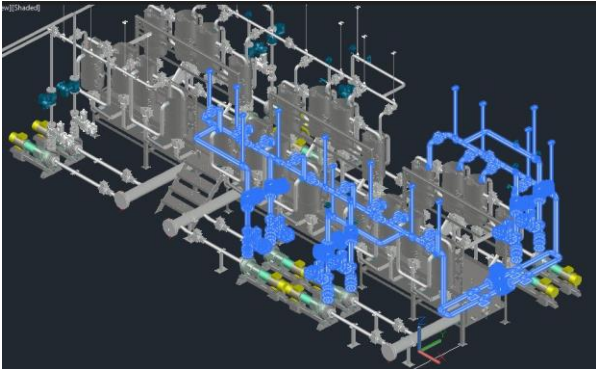
Vähähiilisyyttä laboratorio tukee etäkäyttömahdollisuuden kautta, jolloin varsinkin monimuoto-opiskelijan ei tarvitse aina tulla paikanpäälle laboratorioon. Laboratorion laitteistot, automaatiojärjestelmät ja nykyaikaiset tiedonsiirtoväylät toimivat sekä opetuksessa että käytännössä.



Kuva 1. Teollisuusprosessin valvomotila (Kuva: Pia Kuha, Lapin AMK)

Monisoluisuudella mahdollistetaan laitteiston päivitysmahdollisuudet pienissä osissa solu kerrallaan ja elinkaarimallin toteutus myös käytännössä.

Pieniä osaprosesseja, soluja, voidaan ohjata omina osinaan, tai rakennetun kahden runkolinjan kautta



Kuva 2. Runkolinjat 1 ja 2 (Runkolinja 2 sinisellä)

voidaan yhdistää kuusi osaprosessia laajemmaksi prosessiksi. Tämä mahdollistaa esimerkiksi kahdennuksen opettamisen käytännön tasolla.

Prosessin kenttäinstrumentaatiossa on peruskenttäinstrumentaation lisäksi paljon myös älykkäitä kenttäinstrumentteja. Perussignaaleista käytössä on mA-viestit ja HART-teknologia (Highway Addressable Remote Transducer). Näiden teollisuuden yleisimpien signaalien lisäksi käytetään Bluetooth-teknikkaa, Profinet-kenttäväylää, WLAN-teknikkaa ja rakenteilla on myös APL-teknikkaa käyttävä prosessisolu.



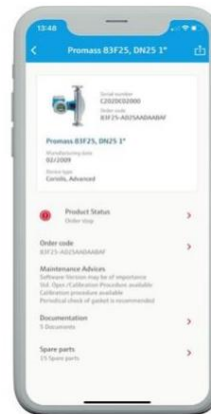
Kuva 3. Osaprosessi ja ohjauskeskus (Kuva: Pia Kuha, Lapin AMK)

Opiskelijat pääsevät tutustumaan laboratorioon 3D-mallin (Kuva 2) avulla ja Matterport-ympäristön kautta ennen työskentelyä laboratorion oppimisympäristössä.

3 Automaatio- ja sähkövoimatekniikka

Uutta laboratoriota voidaan hyödyntää jokaisella automaatioinsinööriopiskelijan vuosikurssilla. Osa opiskelijoista ei ole opintojen alussa koskaan käynyt teollisessa prosessiympäristössä ja nähnyt oikeita prosessin laitteita, valvomoa (Kuva 3), keskuksia, kaapelointeja, pumppuja, putkistoja ja säiliöitä.

Automaation perusteiden opiskelussa voidaan tutustua laitteisiin paikan päällä hakien tietoa tyyppikilpien ja QR-koodien kautta sekä sovelluksilla (Kuva 4). Prosessin rakenteiden osien ja laitteiden tunnistamista voidaan harjoitella esim. laitelistauksilla ja PI-kaavioilla.



Kuva 4. Endress+Hauser Operations App (Endress & Hauser 2025)

Ohjaustekniikkaa voidaan myös opiskella prosessin 12 pumpun, moottorin piirikaavioiden ja taajuusmuuttajien parametrintien kautta. Sähkövoimatekniikan opinnoissa laboratoriota voidaan hyödyntää erilaisissa moottorikytkentöjen ja mittausten yhteydessä. Todellisia lukitusehtoja, säätöratkaisuita ja käynnistystapoja voidaan opiskella ympäristössä kohteessa, jossa moottorilla on prosessin toiminnan vaatima kuormitus. Sähkövoimatekniikan opinnoissa voidaan harjoitella myös käyttöönottomittausten tekemistä teollisuuden prosessiympäristöissä.

4 Automaation syventävät opinnot

Automaatio-opiskelun syventävissä opinnoissa opiskelijat perehtyvät suunnitteluun, tarkastuksiin, kalibrointiin sekä mittaus- ja ohjaussignaaleihin.

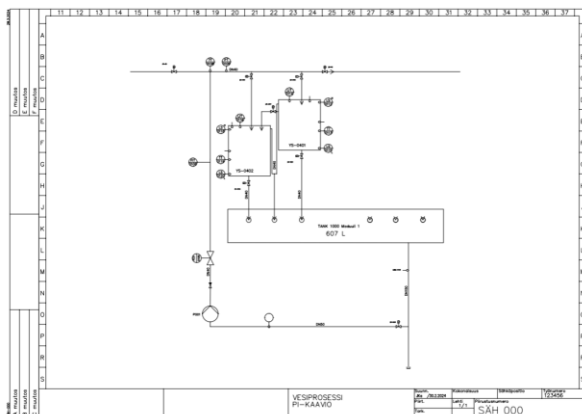
Prosessiautomaatiossa on laajasti laitteistoa ja paljon opittavaa. Oppimisympäristö tarjoaa opiskelijoille paljon tutkimista. Turvallisuusasiat ovat kuitenkin

tämän päivän teollisuudessa asia nro 1. Insinööriopiskelijoille opetetaan tämän prosessin avulla myös turvallisuusasioita ja esimiehen vastuuta sekä automaatioinsinöörin vastuuta.

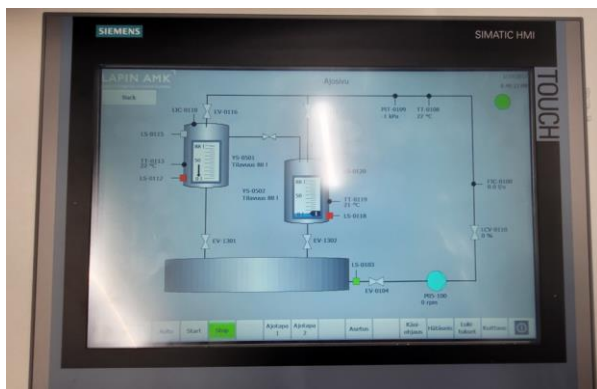
Prosessin monipuolisuus antaa mahdollisuuden tehdä töitä ja harjoituksia yksin ja ryhmissä. Laajat opintokokonaisuudet tehdään projekteissa, joissa opiskelijat ovat 3–4 hengen projektiryhminä.

Yksi ensimmäisistä tehtävistä syventävissä opinnoissa on SFS-12100 mukainen riskinarviointi ja riskin pienentäminen teollisuusprosessin automaation oppimisympäristössä.

Laboratorion opetussoluja voidaan hyödyntää suunnittelusta lähtien asennusten ja koestuksen ja tarkastusten kautta käyttöönottoon ja prosessin ohjaamiseen ja säätämiseen asti. Opettajaa ei aina tarvita kertomaan opiskelijalle tai projektiryhmälle, ovatko he onnistuneet työssään. Osaproessin käynnistys ohjauspaneelilta tai valvomosta kertoo sen opettajan puolesta.



Kuva 5. Suunnitteluvaihe



Kuva 6. Osaproessin käyttöliittymä

Suunnitteluvaiheessa voidaan suunnittelua tehdä PI-kaavioiden, virtauskaavioiden, piirikaavioiden ja

säätökaavioiden kautta. Projektiryhmillä on mahdollisuus työskennellä laboratoriossa myös ”pakollisten” laboratoriotuntien lisäksi muuna haluamansa ajankohtana.

Teoriaopintojen signaalit ja IO-liittynät tulevat tutuiksi käytännön prosessiautomaatioprojektissa. Piirikaavioiden ja PI-kaavioiden merkinnät (Kuva 5) siirtyvät ohjelmistoihin, parametreihin ja laitteisiin todellisina merkintöinä ja toimintoina (Kuva 6). Dokumentoinnin merkitys tulee opiskelijalle tutuksi harjoitusprojektien myötä.

Projektin edetessä käyttöönottoon on mahdollista tehdä SIMIT-prosessin simulointiohjelmalla varsin tarkka simulointimalli ja testata ohjelmaa simulaattorin kanssa. Kenttäinstrumentaation oikeat asennukset (PSK-käsikirja 2) tarkastetaan laiteohjekirjojen ja SFS5059 standardin mukaisesti. Signaalien kulku kenttäinstrumentaation ja automaatiojärjestelmän välillä pystytään tekemään simuloimalla signaalia HMI- tai valvomonäytölle. Oppimisympäristön prosessien automaatiojärjestelminä käytetään Siemens- ja Valmet-ohjelmistoja ja prosessiasemia.

Oikein toteutetut mittaukset ja mittausten kalibrointi mahdollistavat laadukkaan tuotannon ja ohjauksen. Kalibroinnissa käytetään teollisuuden käyttämiä laadukkaita työkaluja. Esimerkiksi lämpötilaa ja painetta voidaan kalibroida Beamex MC6-T150-kenttäkalibraattorilla ja säätöventtiilejä Endress+Hauser Field Xpert SMT70-kentänhallintalaitteella HART-kommunikaatiota käyttäen (Kuva 7).



Kuva 7. Kalibrointivälineistöä

Laboratoriossa on myös mahdollisuus seurata ja verrata eri prosessin osien energian käyttöä ja tehdä sähkön laatumittauksia. Sähkön mittaukset on toteutettu Sentron PAC3220 -monitoimimittarilla. Kyseisillä laitteilla voidaan mitata mm. virta, jännite, teho, loisteho ja taajuusmittaukset (Kuva 8). Monitoimimittarit on myös liitetty automaatioverkkoon Profinet-väylän kautta valvomon ohjelmistoon. Apuenergioista paineilmaa on mahdollista ohjata magneettiventtiileillä ja mitata

SMC:n AMS-laitteilla.



Kuva 8. Sähkön mittauksia Sentron PAC3220-laitteilla

Tavoitteena on opettaa opiskelijoille teoriaopetuksen, laboratorioiden harjoitusten ja projektien avulla laadukkaan mittaamisen ja säätämisen vaatimuksia ja erityyppisten asennus-, parametroidin- ja ohjelmointivirheiden mahdollisia vaikutuksia teollisuusympäristöissä.

Pidemmälle opinnoissaan edenneet opiskelijat pääsevät myös etäohjelmoimaan ja ajamaan prosesseja etänä. Osana etäkäyttöä opiskelijat oppivat myös kyberturvallisuuden ja etäkäytön vaatimuksia. Viimeisenä opiskeluvuotena automaation opiskelijat perehtyvät myös automaation tietojärjestelmiin.

Prosessiautomaatilaboratoriosta saadaan kerättyä tietoa OPC-rajapinnankautta, ja sekin tulee käytännön harjoituksilla opiskelijoille tutuksi. Lisäksi tietoturvaan ja virtualisointiin paneudutaan opintojen loppuvaiheissa. Tärkeänä osana on myös tietokanta- ja raportointiharjoitukset. Opiskeluun sisältyy Teollisuus 4.0- ja 5.0- käsitteiden opiskelu, ja opiskelijat toteuttavat teollisen internetin simuloitun mallinnuksen käyttäen pilvipohjaista avointa IIoT-käyttöjärjestelmää (Platform as Service, Paas) ja IIoT-analyysin käyttäen tilastolliseen data-analyysiin kehitettyä ohjelmistoa.

5 Poikkitieteellinen käyttö

Teollisuuden prosessiautomaation laboratorion toteutus on onnistunut muiden opintojaksojen koulutustarpeiden, kuten kunnossapidon koulutuksen kannalta. Oppimisympäristö tarjoaa todellisia

teollisuusympäristöjä vastaavia tuotantoprosesseja, sähkökäyttöä, pumppuja, kenttäinstrumentointia ja automaatiototeutuksia. Muiden kuin sähkö- ja automaatiotekniikan opintojaksojen opetuksessa on mahdollisuus parantaa laboratorion käyttöastetta.

Kunnossapidon koulutusmoduulien opintojaksojen, kuten tuotantolaitosten kone- ja laitekunnossapito, sähkö- ja automaatiokunnossapito, kunnossapidon työsuunnittelu käytännön harjoitustehtäviä tehdään tuotantoprosessien automaation oppimisympäristössä. Kunnossapidon opiskelijoista suurin osa on konetekniikan opiskelijoita, joille tuotantoprosessi antaa mahdollisuuden kunnossapidon käytännön tuotantoprosessien laitetuntemuksen, PI-kaavioiden ymmärtämisen, työsuunnittelun, huoltotöiden, työkohteiden turvallisen erottamisen ja mittavaan kunnonvalvonnan menetelmien oppimiselle.

Oppimisympäristössä laboratoriotöiden aiheina ovat esimerkiksi seuraavat tehtävät:

- osaprosessin PI-kaavion laitteiden tunnistus ja käyttötarkoitus (mm. PSK3601, PSK3605)
- putkistojen, säiliöiden ja virtaavien aineiden merkinnät (PSK0901, PSK 0902, PSK0903)
- prosessin erottamisen suunnittelu ja hallinta (PSK3604)
- sähkömoottorin ja pumpun linjaus (PSK8301) (Kuva 9)
- kunnonvalvonnan värähtelymittaus (PSK57)
- kunnonvalvonnan sähköiset menetelmät (PSK77)
- instrumenttiasennusten tyyppipiirustukset (PSK52)
- kulkutiet ja työskentelytasot (PSK47)
- osaprosessin ohjaus, toiminta ja lukitukset (automaation lehtorin toteuttama)
- sähköistyksen käyttöönottotarkastukset (PSK2920)
- liikkeen vahvistuskameran käyttö prosesseissa
- lämpökameran käyttö ja kuvien analysointi.



Kuva 9. Linjaus prosessiautomaation laboratoriossa. (Promaint 2023)

6 Yhteenveto

Teollisuuden prosessiautomaation laboratorion toteutus on osoittautunut onnistuneeksi sekä opettajien kokemusten että opiskelijoiden palautteen perusteella.

Useita kehitysasioita on virinnyt uusiin opetuslaboratorioihin liittyen. APL-tekniikkaa sisältävä osaprosessi on myös rakenteilla, kuten aikaisemmin tekstissä mainittiin. Digitaalisten kaksosten ja virtuaalisten käyttöönottojen kehitys on työn alla. Jatkossa kehitetään osaprosessien yhdistämisen hallintaa ja osaprosessien välistä kommunikointia sekä tiedonkeruuta ja käsittelyä. Kyberturvallisuus ja NIS2-direktiivi ovat myös opetuksen aiheita, joita ei voida ohittaa, ja niiden tuominen käytännön esimerkkeinä opetukseen on tulevaisuuden tähtäimessä.

Lähteet:

Endress & Hauser 2025. Viitattu 7.3.2025.
<https://www.fi.endress.com/fi/tuotetiedot-nopeasti-k%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6si/operations-app-laitetiedot-nopeasti>

Etto, J., Majuri, M. & Sipola, J. 2023. Kunnossapidon opetusta uudistettiin Lapin AMK:ssa. Promaint 4/2023. Viitattu 7.3.2025.
<https://promaintlehti.fi/Lehtiarkisto/Promaint-4-2023>