

**KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIikka**

Etto Jaakko

**Sähkötekniikan insinöörikoulutuksen
oppimisympäristöjen kehittäminen**

Teknologiaosaamisen johtaminen -koulutusohjelman opinnäytetyö
Kunnossapito
Kemi 2010

ALKUSANAT

Olen ollut sähkövoimatekniikan lehtorin virassa 19 vuotta Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa ja sitä edeltäneessä Kemin teknillisessä oppilaitoksessa. Tavanomaisten opetus-tehtävien lisäksi olen toiminut linjanjohtajana, sähkövoimatekniikan laboratorion esimiehenä ja 8 vuotta sähkötekniikan koulutusohjelmavastaavana sekä T&K-projekteissa projektipäällikkönä ja asiantuntijana.

Työtehtävien tueksi halusin saada johtamiskoulutusta ja ainoaksi toimivaksi ratkaisuksi osoittautui teknologiaosaamisen johtamisen koulutus, joka johtaa insinööritutkintoon (Ylempi AMK). Entuudestaan minulla on sähkövoimatekniikan diplomi-insinöörin tutkinto Otaniemestä vuodelta 1986, joten rinnakkainen tutkinto on vain osaamisen laajennus ja toivoakseni myös sytyke kirjoittaa valmiiksi keskeneräinen tekniikan alan liseniaatintyö ja sen jälkeen väitöskirja. Muut johtamiskoulutukset olisivat olleet minulle maksullisia ja tämä teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto oli ilmainen, joten valitsin sen saadakseni lisää johtamisen tietämystä opintojen muodossa aikaisemman käytännön kokemuksen täydentämiseksi. Lisäksi tutkinto-opiskelu oikeuttaa opiskelijaruokailuun.

Kiitokset tyttärilleni kärsivällisyydestä ja kannustuksesta näidenkin opintojen aikana. Saan kiitokset DI Matti Paasolle ja laboratorioinsinööri Jouko Alanivalle pitkäjänteisestä osallistumisesta sähkötekniikan laboratorioden kehittämiseen.

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Teknologiaosaamisen johtaminen
Opinnäytetyön tekijä	DI Jaakko Etto
Opinnäytetyön nimi	Sähkötekniikan insinöörikoulutuksen oppimisympäristöjen kehittäminen
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	6.10.2010
sivumäärä	105 + 36 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	TkL Timo Kauppi,
Yritys	Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	TkL Timo Kauppi

Kehitystehtävän aiheena on Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelman oppimisympäristöjen kehittäminen. Ammattikorkeakoulussa toteutetaan opetustilojen ja kiinteistön saneeraus ja samalla on tarkoitus uudistaa sähkötekniikan koulutusohjelman laboratoriot.

Tavoitteena on kuvata ja määritellä ne sähkövoimatekniikan ja automaatiotekniikan insinöörien koulutuksen oppimisympäristöt, jotka on tarkoitus toteuttaa uusittavissa laboratoriotyötiloissa. Kehitystehtävässä kuvataan sähköalan insinöörien koulutustavoitteet, niistä johdetut oppimistavoitteet ja koulutuksessa käytettävät opetusmenetelmät. Laboratorioihin tulevat oppimisympäristöt kuvataan ja määritellään tässä kehitystehtävässä menossa olevien ja tulossa olevien kehittämishankkeiden toteuttamisen helpottamiseksi.

Kehitystehtävässä ei ole ollut tavoitteena tehdä teknisiä määrittelyjä oppimisympäristöjen laitteista tai määritellä ammattiaineiden laboratorioden etäopetukseen soveltuvia opetuslaitteita, opetusjärjestelyjä tai toteutusratkaisuja. Oppimisympäristöjen ja hankittavien laitteistojen tarkka määrittely tehdään projektityönä.

Kehitystehtävässä saavutettiin sille asetetut tavoitteet ja siinä on kuvattu sähköalan insinöörien entiset ja nykyiset koulutustavoitteet ja niistä on johdettu oppimistavoitteet sekä esitelty koulutuksessa käytettävät opetusmenetelmät. Työssä on määritelty ja kuvattu oppimisympäristöjä, jotka ovat sähkövoimatekniikan ja automaatiotekniikan insinöörikoulutukselle keskeisiä ja tulevaisuuden tarpeita vastaavia. Koulutuksen kehittämistarpeisiin on syytä varautua laatimalla ennakoivia suunnitelmia ja skenaarioita koulutuksen tulevien tarpeiden muutoksista, jotta reagointi tulevaisuuteen olisi ennakoivaa.

Asiasanat: oppimisympäristö, sähkötekniikka, laboratorio, kehittäminen, laboratoriotyö.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Master's Degree in Technology Competence Management
Name	Jaakko Etto, MSc (El.Eng)
Title	Development of Learning Environments in Electrical Engineering Education
Type of Study	Masters's Thesis
Date	12 October 2010
Pages	105 + 36 appendices
Instructor	Timo Kauppi, LicSc (Tech.)
Company	Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology
Supervisor	Timo Kauppi, LicSc (Tech.)

The aim of the study was the development of the learning environments in electrical engineering education. At the moment, the restructuring of the learning facilities and the whole real-estate at the Unit of technology is being carried out. The purpose is to renovate the laboratories in electrical engineering education at the same time.

The aim of the study was to define the learning environments in laboratories of electrical power engineering and automation engineering. The content of the electrical engineering education was described as well as the educational and learning methods were described. The descriptions and definitions of the learning environments are needed to make the present and future development plans easier.

Detailed technical definitions were not the purpose of this study, since those are the goals of the R&D projects. The aim of the work was to describe different learning environments and typical laboratory work in all possible learning environments. The potentiality of all laboratory rooms were described.

The study was successful and the objectives were reached. The difference between the old and the new electrical engineering education was described. The description of generic competences are presented. Subject specific competences of automation and electrical power engineering education in Finland are presented. The learning environments in laboratories of electrical power systems, process automation, manufactory automation, control automation and design laboratory were described. The goals of electrical engineering education and the regional foresight had important role in description of learning environments. It is important to have proactive plans and scenarios of possible changes of the goals in engineering education.

Keywords: learning environments, electrical engineering, laboratory work, development.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	V
1. JOHDANTO	1
2. SÄHKÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA	2
2.1 Koulutusohjelman sisältö ja tavoitteet	2
2.1.1 Sähkötekniikan koulutusohjelma	2
2.1.2 Sähkötekniikan koulutusohjelman tavoitteet	3
2.2 Sähkötekniikan koulutuksen kompetenssit	5
2.2.1 Tutkinnon vaatimuksien määrittelyn käsitteet	5
2.2.2 Sähkötekniikan koulutusohjelman kompetenssit	6
3. OPPIMISMENETELMÄT JA -YMPÄRISTÖT	9
3.1 Taustaa	9
3.1.1 Kemin teknillinen oppilaitos	9
3.1.2 KTAMK tekniikka	10
3.2 Insinöörien koulutus	11
3.2.1 Osaaminen	11
3.2.2 Ennakointi	13
3.3 Käsitteitä oppimisesta	17
3.3.1 Oppiminen toimintana	17
3.3.2 Oppimistyylit	18
3.3.3 Oppimiskäsitteitä	19
3.4 Oppimisympäristöt	21
4. LABORATORIOTILAT OPETUKSESSA	23
4.1 Laboratoriotilat oppimisympäristöinä	23
4.2 Nykyinen sähkövoimatekniikan laboratorio	24
4.3 Nykyinen ohjaustekniikan laboratorio	27
4.4 Nykyinen automaatiotekniikan laboratorio	29
4.5 Nykyiset elektroniikka-alan laboratoriot	31
4.5.1 Elektroniikan laboratorio	32
4.5.2 Sulautettujen järjestelmien laboratoriot	32
4.5.3 Sulautettujen järjestelmien T&K-laboratorio	33
4.6 Nykyinen sähkökorjaamo	34
4.7 Muut laboratoriot	35
4.7.1 Elektroniikanmittaus- ja testaustekniikka	35
4.7.2 Optinen mittaustekniikka	36
4.7.3 Etävalvomo	37
4.7.4 Luokkatilat	39
5. UUDISTUVAT OPPIMISYMPÄRISTÖT	41
5.1 Tavoitteet	41
5.2 Laitehankintojen toteutustavat	41
5.3 Projektit	42
5.3.1 Uusiutuvan energiatuotannon oppimisympäristöt	42

5.3.2 Sähkötekniikan opetuksen ja T&K:n kehittäminen	43
5.3.3 RMM etävalvomo	44
6. SÄHKÖVOIMATEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖT	47
6.1 Sähkövoimatekniikan laboratoriotilat	47
6.2 Sähkövoimajärjestelmät ja teoreettinen sähkötekniikka	50
6.3 Sähköenergian tuotanto	51
6.4 Sähkön siirto- ja jakelutekniikka	51
6.5 Sähkön laatu	53
6.6 Sähkökoneet	54
6.7 Sähkökäytöt	56
6.8 Opetusprosessit ja -laitteistot	57
6.9 Sähkökeskukset	59
6.10 Kiinteistöjen sähköasennukset	60
6.11 Kiinteistöjen heikkovirtajärjestelmät	61
6.12 Käytännön sähköasennukset	62
6.13 Tehoelektroniikka	63
6.14 Valaistustekniikka	64
6.15 Sähkövoimatekniikan automaatio ja väylätekniikat	65
6.16 Sähkövoimatekniikan suunnittelu- ja laskentaohjelmistot	65
7. OHJAUSTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖT	67
7.1 Ohjaustekniikan laboratoriotila	67
7.2 Ohjelmoitavat logiikat	68
7.3 Kappaletavara-automaation anturit ja ohjauslaitteet	70
7.4 Kappaletavara-automaation väylät, paneelit ja valvomot	70
7.5 Opetusprosessit	71
7.6 Turvalaitteet ja -komponentit	72
7.7 Kappaleenkäsittelyautomaation suunnittelu ja toteutusmenettelyt	73
8. AUTOMAATIOTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖ	74
8.1 Automaatiotekniikan valvomo ja prosessitila	74
8.2 Automaatiojärjestelmät	75
8.3 PC-valvomot ja ohjelmoitavat logiikat	77
8.4 Opetusprosessit	77
8.5 Kenttäinstrumentointi	78
8.6 Kalibrointi	79
8.7 Prosessiautomaation suunnittelu ja toteutusmenettelyt	80
9. KONEAUTOMAATION OPPIMISYMPÄRISTÖ	81
9.1 Koneautomaation opetustilat	81
9.2 Hydrauliiikka	82
9.3 Pneumatiikka	82
10. SÄHKÖKORJAAMO	84
10.1 Sähkökorjaamon tilaratkaisut	84
10.2 Oppilastyöt	85
10.3 Hankinta ja huoltotoiminta	85
10.4 Varasto ja kunnossapidon tietojärjestelmä	86
11. ELEKTRONIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖ	87
11.1 Elektroniikan opetustila	87
11.2 Sähköpiirit	88
11.3 Elektroniikka	88

11.4 Mittaustekniikka.....	89
11.5 Simulointi ja laskenta.....	89
12. CAD- JA OHJELMISTOLUOKKA.....	90
12.1 Opetustila.....	90
12.2 CAD-avusteinen sähkösuunnittelu.....	91
12.3 Toimisto-ohjelmat.....	91
12.4 Sähkötekkinen mitoitus, laskenta ja simulointi.....	91
12.5 Ohjelmointi.....	92
13. KUNNOSSAPIDON OPPIMISYMPÄRISTÖT.....	93
13.1 Opetuksen tilat.....	93
13.2 Kunnossapidon tietojärjestelmät.....	93
13.3 Kunnossapidon menetelmät.....	94
13.4 Kunnossapitotoiminta.....	94
14. MUUT OPETUSTILAT.....	95
14.1 Opetustilojen järjestelyt.....	95
14.2 Luokkatilat.....	95
14.3 Omatoiminen opiskelu ja oleskelu.....	96
14.4 Projektityöt.....	96
15. OPPIMISEN KEHITTÄMINEN.....	97
15.1 Koulutus ja käyttöönotto.....	97
15.2 Ennakoiva kehittäminen.....	97
16. YHTEENVETO.....	100
17. LÄHDELUETTELO.....	101
18. LIITELUETTELO.....	105

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ov	opintoviikko (1 ov = 1,5 op), 40 h opiskelijan tekemää työtä
op	opintopiste (ECTS)
oay	opintoaikayksikkö (vanha insinööri- ja teknikkokoulutus), 1 oay sisälsi 32 h pakollista kontaktiopetusta ja lisäksi itsenäisen opiskelun, kuten kaikki kotitehtävät, selostukset, raportit, suunnittelutehtävät sekä kokeisiin valmistautumisen ja kokeet
KTAMK	Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
TIN	Teknikosta insinööriksi koulutus
MIN	Merkonomista insinööriksi koulutus
AIN	Aikuisesta insinööriksi koulutus (myös ammattimiehestä)

1. JOHDANTO

Tämän kehitystehtävän aiheena on Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelman oppimisympäristöjen kehittäminen. Ammattikorkeakoulun tekniikan yksikössä on ollut sähkötekniikan koulutusohjelma ammattikorkeakoulukokeilun aloittamisesta vuodesta 1992 alkaen. Koulutusohjelman sähkövoimatekniikan ja automaation oppimisympäristöjen kehittämiseen on investoitu vuosittain vaihtelevasti. Edelleenkin lähes puolet oppimisympäristöistä on peräisin 1980-luvulta tai jo aikaisemmilta ajoilta. Nyt ammattikorkeakoulun 1984 käyttöönotetun tekniikan yksikön, aikaisemmin Kemin teknillinen oppilaitos, kaikki tilat saneerataan ja sähkötekniikan laboratoriotilat uusitaan.

Tämän kehitystehtävän tavoitteena on kuvata ja määrittellä ne sähkövoimatekniikan ja automaatiotekniikan insinöörien koulutuksen oppimisympäristöt, jotka on tarkoitus toteuttaa uusittavissa laboratoriotyötiloissa. Työssä kuvataan sähköalan insinöörien koulutustavoitteet, niistä johdetut oppimistavoitteet ja koulutuksessa käytettävät opetusmenetelmät. Laboratorioihin tulevat oppimisympäristöt kuvataan ja osin määrittellään tässä kehitystehtävässä meneillään olevien ja tulossa olevien kehittämishankkeiden toteuttamiseksi.

Työn tavoitteena on kuvata laboratorioden kehittämishankkeen perustaksi ja lähtökohdaksi eri laboratoriotilojen oppimisympäristöt ja niiden koulutustavoitteet, laboratoriotyöaihepiirejä ja laitteistomäärittelyjä. Tavoitteena tässä kehitystehtävässä on kuvata oppimisympäristöt, jotka palvelevat sähkövoima- ja automaatiotekniikan insinöörikoulutusta, seuraaviin laboratoriotiloihin:

- sähkövoimatekniikan laboratorio 1
- sähkövoimatekniikan laboratoriot 2
- automaatiotekniikan laboratorio
- ohjaustekniikan laboratorio
- koneautomaation laboratorio
- sähkökorjaamo ja työpajatila
- cad- ja ohjelmistoluokka
- muita tiloja tarvittavilta osin.

Kehitystehtävän aihe, tavoitteet ja oppimisympäristöjen määrittely perustuvat laatijan vankkaan opetusalan kokemukseen sähköalan ammattiaineiden opettajana, oppimisympäristöjen kehittäjänä, koulutusohjelmavastaavana, opinnäytetöiden ohjaajana, projektitöiden määrittelijänä ja ohjaajana. Yritysyhteistyö, oppilaitosyhteistyö ja osallistuminen työelämälähtöisten T&K-projektien määrittelyyn, johtamiseen ja toteutukseen sekä keskustelut opiskelijoiden ja jo valmistuneiden insinöörien kanssa vuosien varrella ovat antaneet selkeän käsityksen kehittämisen tarpeista ja tavoitteista. Tämän määrittelyn pohjalta tai tämä määrittely huomioiden varsinaisissa hankkeissa huomioidaan myös muut oppimisympäristöjen toteutukseen vaikuttavat tekijät, kuten rahoitus ja oppilaitoksen johdon määrittelemät strategian tavoitteet.

2. SÄHKÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

2.1. Koulutusohjelman sisältö ja tavoitteet

2.1.1. Sähkötekniikan koulutusohjelma

Ammattikorkeakoulun kokeilun alkuvaiheessa 1990-luvun alkupuolella opetussuunnitelmien sisältö ja tavoitteet perustuivat aikaisempiin teknillisten oppilaitosten insinöörikoulutuksen yhteisiin vuonna 1989 käyttöönotettuihin opetussuunnitelmiin. 1990-luvun puolella välissä tehtiin opetussuunnitelmiin suuremmat muutokset siirtymällä moduulirakenteisiin opetussuunnitelmiin ja vaihtoehtoisiin ammatillisiin moduuleihin. Muutokset perustuivat insinöörikoulutuksesta saatuihin kokemuksiin sekä teknikkokoulutuksen kokemuksiin, joissa oli vastaavat muutokset tehty aikaisemmin. Sähkövoimatekniikan teknikkokoulutuksen opetussuunnitelman uudisti tämän kehitystehtävän laatija opettajakoulutuksen päättötyönä, tilanteessa, jossa siirryttiin vanhasta teknikkokoulutuksen vuoden 1989 opetussuunnitelmasta uuteen opintoviikkoina määriteltyyn opetussuunnitelmaan, joka toteutettiin päättötyön mukaisesti moduulirakenteisena.

Insinööriopiskelijoiden aikuiskoulutus perustui 1990-luvulla teknikosta (TIN) tai merkonomista (MIN) insinööriksi koulutukseen, jolloin opetussuunnitelmat olivat ryhmäkohtaisesti laadittuja ja sisällön määrittelyn lähtökohta oli opiskelijaryhmän aikaisemmat opinnot. Asentajien oli tällöin mahdollista opiskella aikuiskoulutuksessa ainoastaan teknikoksi (MMT), toki teknikkotutkinnon suorittamisen jälkeen insinööriksi TIN-ryhmässä.

Vuonna 2001 uusittiin koulutusohjelmajakoa ja uudistettiin koulutusohjelmien sisältöjä. Samalla otettiin aikuiskoulutuksessa käyttöön päiväopetuksen tuotantopainotteisen suuntautumisvaihtoehdon mukainen opetussuunnitelma. Tuotantopainotteisessa koulutuksessa on 20 ov eli 30 op laajuinen ohjattu työharjoittelu normaalien opintojen sijaan. Korvatut opinnot ovat vaihdelleet hieman eri vuosina /17/, /16/. Vuosien 2001 ja 2007 opetussuunnitelmien aikataulutus ja opintojaksot on esitetty liitteissä 1 ja 2.

Sähkötekniikan koulutusohjelman suuntautumisvaihtoehtoina olivat ammattikorkeakoulun alusta alkaen sähkövoimatekniikka ja automaatiotekniikka. Vuonna 1997 lisättiin näiden rinnalle tuotantopainotteiset sähkövoima- ja automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehdot omana koulutusohjelmana sekä uudeksi suuntautumisvaihtoehdoksi tietotekniikka. Vuonna 2001 tietotekniikka erotettiin omaksi koulutusohjelmaksi ja sen tilalle sähkötekniikan koulutusohjelmaan suuntautumisvaihtoehdoksi tuli aikaisemmin omana koulutusohjelmana ollut elektroniikan tuotantotekniikka. Vuonna 2009 tietotekniikan koulutusohjelma lopetettiin osana Lapin korkeakoulukonsernin työnjakoa. Samaan aikaan sähkötekniikan koulutusohjelmasta lopetettiin elektroniikan tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto ja sen tilalle tuli sulautetut järjestelmät, mikä kuvastaakin paremmin koulutustarvetta. Nykyisellään sähkötekniikan koulutusohjelman suuntautumisvaihtoehdot siis ovat:

- automaatiotekniikka
- sulautetut järjestelmät
- sähkövoimatekniikka

- tuotantopainotteinen automaatiotekniikka
- tuotantopainotteinen sähkövoimatekniikka.

2.1.2. Sähkötekniikan koulutusohjelman tavoitteet

Koulutusohjelmien sisältöjen ja tavoitteiden suunnittelutyössä on huomioitu:

- ammattikorkeakoulukoulutuksen yleiset osaamisvaatimukset (ARENE)
- soveltuvien osin kansallisten tutkintojen viitekehysten ammatillinen osaaminen
- ammattikorkeakoulun strategia ja kehittämissuunnitelmat opetuksessa ja T&K-toiminnassa
- yhteistyökumppaneiden strategiat ja kehittämissuunnitelmat opetuksessa ja T&K-toiminnassa (Lapin korkeakoulukonserni)
- alueen tarpeet ja toimijoiden strategiat ja kehitystyön painopisteet
- kansalliset koulutuksen kehittämistyön linjanvedot ja päätökset
- kansainväliset laatuvaatimukset.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan alalla on kolme koulutusohjelmaa, sähkötekniikka, konetekniikka ja tuotantotalous. Näillä koulutusaloilla pyritään palvelemaan erityisesti Lapin läänin ja Pohjois-Suomen tarpeita. Osa valmistuneista työllistyy myös muualle Suomeen. Valmistuneet insinöörit toimivat mm. suunnittelijoina, kunnossapito-tehtävissä, tuotannossa, T&K-tehtävissä, projekteissa, urakoinnissa, tuotekehityksessä ja opetustehtävissä. Sähkötekniikan koulutusohjelman koulutuksen sisältöjä ja tavoitteita voi kuvata lyhyesti seuraavasti.

Sähkövoimatekniikka

Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehdosta valmistuvilla insinööreillä ovat vahvat tiedot ja taidot sähkövoimatekniikasta, sähkökäyttöistä ja -verkoista, sähkönjakelu- ja siirto-tekniikasta, teollisuuden tuotantoprosessien sähköistyksestä ja automaatiosta sekä kiinteistöjen sähköasennuksista ja niiden suunnittelusta. Valmistuva sähkövoimainsinööri omaa valmiudet toimia sähköalan suunnittelu-, tutkimus-, tuotanto-, asennus-, kunnossapito-, käyttöönotto-, käyttö-, markkinointi-, tuotekehitys- ja koulutustehtävissä joko toisen palveluksessa tai itsenäisenä yrittäjänä. Opiskelija voi kehittää omaa asiantuntijuuttaan ja vahvistaa osaamistaan ammatillisten suuntaavien moduulien seuraaviin sähkövoimatekniikan osaamisalueisiin:

- Tuotantolaitosten sähköistys ja automaatio, tavoitteena on tuotantolaitosten sähkönjakelun, sähkökäyttöjen, tuotantolaitteiden sähköistyksen ja tuotantoautomaation tuntemus sekä tuotantolaitteiden sähköenergiankäytön tehostaminen (mm. prosessiteollisuus, kappaletavaratuotanto, kaivokset, konepajat, sähkökorjaamot ja muu pk-yritysten tuotanto, valmistus ja kokoonpano).
- Sähkönjakelu ja sähköenergian tuotanto, tavoitteena on suur-, keski- ja pienjänniteverkkojen sähkönjakelu, sähkön myynnin ja sähköenergian tuotannon tuntemus (mm. sähkönsiirto, sähköasemat, sähkönjakeluverkot, sähkönjakeluautomaatio, relesuojaus, sähkömarkkinat, voimalaitokset, sähköenergian tuotanto, sähköenergian käyttö).
- Kiinteistöjen sähköistys, tavoitteena on kiinteistöjen sähkösuunnittelun ja sähköurakoinnin tuntemus kaiken kokoisten kiinteistöjen vahvavirtasähköistyksen ja tieto-

teknisten järjestelmien suunnittelun ja asennustoiminnan alalta (kiinteistöjen sähkösuunnittelu, sähköliittymät, energiansäästö, sähköasennusten tarkastustoiminta ja katselmukset sekä LVI- sähkösuunnittelu, kiinteistöautomaatio, rikosilmoitin, kameravalvonta, paloilmoittimet, kulunvalvonta, sähköinen ovilukitus, yleiskaapelointi, antennijärjestelmät, lähiverkot, ...).

Automaatiotekniikka

Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehdosta valmistuvat insinöörit omaavat valmistuessaan monipuoliset tiedot ja taidot automaatioalan keskeistä osaamisalueista automaatiotekniikasta, prosessiautomaatiosta, automaatiojärjestelmistä, logiikoista, kenttäväylyistä, etävalvonnasta, kenttäinstrumentoinnista, mittaustekniikasta ja kunnossapidosta. Opiskelija voi lisäksi vahvistaa suuntaavaa erityisosaamistaan ammatillisten moduulien valinnoillaan, jolloin he perehtyvät koulutuksessaan valintansa mukaan tarkemmin seuraaviin automaatiotekniikan osaamisalueisiin:

- Tuotantolaitosten prosessien automaatio, tavoitteena on tuotantolaitosten prosessien automaation, valvomoiden, automaatiojärjestelmien, mittaus- ja säätötekniikan ja kenttäinstrumentoinnin tuntemus (mm. prosessiteollisuus, teollinen tuotanto, kaivokset, voimalaitokset,...).
- Kappaletavaratuotannon ja valmistuksen automaatio, tavoitteena on kappaletavaroiden valmistuksen, kokoonpanon ja testauksen automaation, laitteiden ja ohjelmoitavien logiikoiden tuntemus (mm. elintarvikkeet, koneet, koneenosat, laitteet, laitekaapit, kokoonpano, alihankinta, kappaleiden siirto, ...).
- Laitteiden automaatio, instrumentointi ja mittaustekniikka, tavoitteena on yksittäisten laitteiden, koneiden tai niiden yhdistelmän automatisointi, instrumentointi ja ohjaus, soveltamalla ohjelmoitavien logiikkojen, pc valvomoiden, ohjelmoinnin, konenäkötekniikan, anturitekniikan, robotiikan ja mittaustekniikan osaamista (T&K-tehtävät, suunnittelu).

Sulautetut järjestelmät

Sulautettujen järjestelmien suuntautumisvaihtoehdo antaa valmiudet valmistuvalle insinöörille toimia tutkimus-, tuotekehitys- tai asiantuntijatehtävissä suunnittelutoimistossa ja tietoteollisuudessa. Opinnoissa korostetaan luotettavasti toimivien laiteläheisten ja reaaliaikaisten sovellusten suunnitteluosaamista. Opintoihin sisältyy elektroniikkaa, digitaali-tekniikkaa, tietokonetekniikka, sulautettuja järjestelmiä, tietoliikennetekniikkaa ja sulautettujen järjestelmien ohjelmointia.

Suuntautumisvaihtoehdossa opiskellaan sulautettujen järjestelmien kehittämistä ja niiden kehittäminen koostuu elektroniikan, tietokonejärjestelmien ja ohjelmistojen suunnittelusta. Täten opinnoissa keskitytään tuote-, laite- ja ohjelmistokehitykseen kattaen mm. määrittely-, suunnittelu-, toteutus- ja testausvaiheet. Opetus on osittain projektimuotoista, jolloin osa opinnoista suoritetaan koko lukukauden kestävässä oppimisprojekteissa.

2.2. Sähkötekniikan koulutuksen kompetenssit

2.2.1. Tutkinnon vaatimusten määrittelyn käsitteet

Ammattikorkeakouluissa suositellaan käytettäväksi seuraavia käsitteitä tutkinnon vaatimusten määrittelyssä:

Osaamisprofiili (*professional profile*)

Tutkinnon osaamisvaatimusten kokonaisuutta kuvaava kompetenssien yhdistelmä /7/.

Kompetenssi (*competence*)

Kompetenssit ovat laajoja osaamiskokonaisuuksia - yksilön tietojen, taitojen ja asenteiden yhdistelmiä. Kompetenssi kuvaa yksilön pätevyyttä, suorituspotentiaalia ja kykyä suoriutua ammattiin kuuluvista työtehtävistä. Koulutuksen tavoitteena on opiskelijoiden kompetenssien vahvistaminen.

Kompetensseja voidaan luokitella monella tavalla. Tässä yhteydessä käytetään luokittelua yleisiin työelämävalmiuksiin (*generic competences*) ja koulutusohjelmakohtaiseen (ammattilliseen) erikoisosaamiseen (*subject specific competences*). Tavoiteltavien kompetenssin kehittymiseen voidaan koulutuksessa vaikuttaa sekä sisällöllisillä että toimintatapoihin liittyvillä pedagogisilla valinnoilla.

Ammatillinen erikoisosaaminen muodostaa asiantuntijuuden sekä koulutusohjelman identiteetin ja olemassaolon perustan. Yleiset työelämävalmiudet ovat eri ammateille yhteisiä osaamisalueita, mutta niiden erityispiirteet ja tärkeys voivat vaihdella eri ammateissa ja työtehtävissä. Esimerkiksi kansainvälisen toiminnan osaamisen tulee olla osa jokaisen ammattikorkeakoulusta valmistuvan yleisiä työelämävalmiuksia, mutta kansainvälisen kaupan tehtäviin valmistuvilla tämä osaamisalue kuuluu luontevammin osaksi ammatillista erikoisosaamista. Yleiset työelämävalmiudet luovat perustan työelämässä toimimiselle, yhteistyölle ja asiantuntijuuden kehittymiselle. /7/

Kompetenssianalyysi (*competence analysis*)

Kompetenssianalyysi tarkoittaa koko tutkintoa koskevien kompetenssien (osaamistavoitteiden) määrittelyä /7/.

Ydinainesanalyysi (*core content analysis*)

Ydinainesanalyysi tarkoittaa opintojakson tai -kokonaisuuden keskeisten sisältöjen ja tavoitteiden määrittelyä. Sen tehtävänä on auttaa opettajia ja muita koulutuksen suunnittelijoita hahmottamaan opintojakson tai opintokokonaisuuden tietojen ja taitojen väliset hierarkiat ja yhteydet sekä suhteuttamaan nämä opiskelijan lähtötilanteeseen, opiskeluaikaan, tutkintovaatimukseen ja opetussuunnitelman kokonaisuuteen. Oppimisprosessin kokonaisuuden mielekkään rakentumisen kannalta on välttämätöntä tarkastella yksittäisten opinto-

jaksojen ydinainesanalyysien tuloksia yhteisesti ja pyrkiä täten varmistamaan opintojaksojen toimiva integraatio. /7/

Osaamistavoitteet/oppimistulokset (*learning outcomes*)

Osaamistavoitteet kuvaavat opiskelijan tiedollisia (opiskelija ymmärtää) ja taidollisia/toiminnallisia (opiskelija osaa) oppimistuloksia, joiden saavuttaminen on opintojakson tai muu tutkinnon osan suorittamisen perusteena. Osaamistavoitteiden tulee olla konkreettisia ja selkeitä, koska muuten niiden saavuttamista on vaikea arvioida. Ne tulisi määritellä siten, että niiden saavuttaminen voidaan asettaa opintojakson läpäisyn edellytykseksi. Muutoilultaan hyvät tavoitteet auttavat valitsemaan tarkoituksenmukaiset opetusmenetelmät ja suuntaavat opettajan työtä, tarjoavat mahdollisuuden käsitteiden ja niiden välisten suhteiden ymmärtämiseen ja ne ilmaistään toimintaa kuvaavilla termeillä. Opiskelijan kannalta on tärkeää, että käytetyt ilmaisut ovat kiinnostavia, kuvaavia ja oppimiseen motivoivia. /7/

Opiskelijan työmäärä (*student workload*)

ECTS-järjestelmässä opintojen mitoituksen lähtökohtana on työmäärä, joka keskimääräiseltä opiskelijalta vaaditaan opintojakson, tutkinnon osan tai koko tutkinnon osaamistavoitteiden saavuttamiseen ja ymmärtävään oppimiseen. Opintojen oikea mitoittaminen on ydinaineksen määrittämisen lisäksi opetussuunnitelmatyön onnistumisen välttämätön edellytys. Mitoitus lähtee liikkeelle koko tutkinnon suorittamiseen varatusta ajasta (esim. 4 vuotta * 1 600 h/v = 6 400 h), joka jaetaan opintojaksojen kesken. Tutkinnon suorittamiseen varatun ajan jakautumisen perustana ei saa olla oppiaineen opettajan asema, aihealueen sosiaalinen arvotus tai jokin muu oppimistavoitteiden kannalta epäolennainen tekijä, vaan jako tulee tehdä rationaalisesti olennaisuuden ja tutkinnon osaamisvaatimusten perusteella. /7/

Kuormittavuusanalyysi (*workload analysis*)

Ydinainesanalyysi muodostaa perustan opintojakson tai muun opintojen osan kuormittavuusanalyysille eli työmäärän mitoittamiselle, jolla tarkoitetaan oikean ajan varaamista oppimistyön kokonaisuutta varten. Opintojaksojen mitoituksen lähtökohtana on opintojaksolle opetussuunnitelmassa määritelty laajuus ja sitä vastaava tuntimäärä. Tämän kokonaisresurssin puitteissa arvioidaan, kuinka paljon aikaa täytyy varata esimerkiksi ohjattuun työskentelyyn, itsenäiseen työskentelyyn, käytännön harjoitteluun, erilaisten tuotosten tekemiseen, oppimisaineistoihin perehtymiseen tai arviointi- ja palautetilanteisiin. /7/

2.2.2. Sähkötekniikan koulutusohjelman kompetenssit

Sähkötekniikan koulutusohjelman kaikkien opintojaksojen osalta on tehty kompetenssi- ja ydinainesanalyysit. Yleiset kaikille tutkinnoille yhteiset kompetenssit ja sähkötekniikan koulutusohjelman eri suuntautumisvaihtoehtojen omat kompetenssit on määritelty tarkemmin liitteessä 3. Kaikille tutkinnoille yhteiset kompetenssit olivat aluksi seuraavat:

- itsensä kehittäminen (*learning competence*)
- eettinen osaaminen (*ethical competence*)
- viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen (*communication and social competence*)

- kehittämistoiminnan osaaminen (*development competence*)
- organisaatio- ja yhteiskuntaosaaminen (*organizational and societal competence*)
- kansainvälisyysosaaminen (*international competence*). /2/

Kaikille tutkinnoille yhteiset kompetenssit on sittemmin vuonna 2010 määritelty uudelleen ja ovat nykyisin:

- oppimisen taidot (*learning competence*)
- eettinen osaaminen (*ethical competence*)
- työyhteisöosaaminen (*working community competence*)
- innovaatio-osaaminen (*innovation competence*)
- kansainvälistymisosaaminen (*internalization competence*). /9/

Sähkövoimatekniikan perinteisen ja tuotantopainotteisen suuntautumisen kompetenssit ovat seuraavat:

- sähkötekniinen ja muu perusosaaminen
- suunnitteluosaaminen
- sähkö- ja laiteturvallisuuden osaaminen
- yritys- ja tuotantotalouden osaaminen
- sähköjakelun ja rakennusten sähköjärjestelmien osaaminen
- sähkökoneiden ja -käyttöjen osaaminen. /4/

Automaatiotekniikan perinteisen ja tuotantopainotteisen suuntautumisvaihtoehdon kompetenssit ovat:

- sähkötekniinen ja muu perusosaaminen
- suunnitteluosaaminen
- sähkö- ja laiteturvallisuuden osaaminen
- yritys- ja tuotantotalouden osaaminen
- peruspiirien hallinta
- prosessi-, laite- ja järjestelmäosaaminen. /3/

Sulautettujen järjestelmien kompetenssit pohjautuvat tietotekniikan tutkintoon ja suuntautumisvaihtoehdon kompetenssit ovat:

- matemaattisluonnontieteellinen osaaminen
- laitetekniinen osaaminen
- ohjelmistotekniinen osaaminen
- ICT-liiketoimintaosaaminen
- tietotekniinen suunnittelutaito
- sulautettujen järjestelmien menetelmäosaaminen
- sulautettujen järjestelmien prosessiosaaminen. /6/

Kaikista suuntautumisvaihtoehdoista on tehty kompetenssianalyysi ja se on esitetty opintooppaissa taulukkona. Vuosittain kaikista opintojaksoista tehdään ydinainesanalyysit. Käytännössä opintojaksokohtaiset ydinainesanalyysit päivitetään vuosittain kyseisten opintojaksojen opettajien toimesta opintomateriaalien uudistumisen, pedagogisten mene-

telmien muuttumisten ja opintojaksojen oppimistulosten perusteella. Esimerkki kompetenssimatriisista ja opintojakson ydinainesanalyysistä on esitetty liitteessä 4.

KTAMK:ssa ei ole toteutettu talotekniikan koulutusohjelmaa, mutta kyseisen koulutusohjelman opinnot sivuavat monilta osin sähkövoima- ja automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehtojen opintoja. Talotekniikan koulutusohjelmassa on toteutettu sähkövoimatekniikan, kiinteistöautomaation ja LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehtoja ja koulutusohjelman kompetenssit ovat:

- järjestelmäosaaminen
- sisäympäristöosaaminen
- energiaosaaminen
- suunnitteluosaaminen
- toteutusosaaminen
- käyttö- ja ylläpito-osaaminen. /5/

3. OPPIMISMENETELMÄT JA -YMPÄRISTÖT

3.1. Taustaa

3.1.1. Kemin teknillinen oppilaitos

Ammattikorkeakouluja edeltäneenä aikana insinöörien ja teknikoiden koulutuksesta vastasivat teknilliset oppilaitokset. Tällöin valtakunnalliset opetussuunnitelmien perusteet määrittivät eri koulutusalojen opetussisällöt ja oppilaitoskohtainen liikkumavara oli päättöluokkien suuntaavissa opinnoissa, joista osa oli oppilaitosten ja osa oppilaiden valittavissa. Oppilaitoskohtaisten suuntaavien opintojen laajuus oli 17 oay eli 544 opetustuntia. Näistä opinnoista osa oli oppilaitoksen päättämiä alueellisen tarpeen perusteella ja muutamia kursseja tarjottiin oppilaiden valintojen perusteella. Peruskoulupohjaisessa insinöörinkoulutuksessa pakollisia opintoja oli 128 oay ja ylioppilas pohjaisessa koulutuksessa 112 oay. Näiden pakollisten opintojen lisäksi opiskelijalla oli mahdollisuus enintään 4 oay:n vapaaehtoiseihin opintoihin kunakin lukuvuotena ja kaikkien tuli suorittaa pakollinen harjoittelu lukukausien (vain ylioppilaat) ja kesälomien aikana (liite 5). Oppitunneille osallistuminen oli pakollista.

Aikuisten koulutus perustui samaan opetussuunnitelmaan, mutta se toteutettiin yksityisopetuksena henkilökohtaisilla opetussuunnitelmillä. Yksityisoppilaaksi pääsyn edellytyksenä oli mm. 25 vuoden ikä ja vähintään 2 vuoden työkokemus. Kemin teknillisessä oppilaitoksessa oli sekä yksittäisiä yksityisoppilaita (teknikkotutkinto) että teknikosta insinööriksi opiskelevien ryhmiä. Teknikosta insinööriksi opiskeleville järjestettiin arki-iltoina (tiistai ja perjantai) ja lauantaisin kontaktiopetusta. Ammattikorkeakoulukokeilun myötä opistoinsinöörinkoulutuksen ryhmät loppuivat, mutta yksittäisiä opiskelijoita jatkoi vanhan tutkinnon suorittamista. Myöhemmin 1990-luvulla toteutettiin vastaavalla tavalla aikuisopetuksena asentajasta teknikoksi (MMT) opetusryhmiä.

Tekniikan koulutus alalla toimi 1990-luvulla samassa organisaatiossa Kemin teknillinen oppilaitos ja Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan yksikkö, joten tällöin toteutettiin samanaikaisesti ammattikorkeakouluinsinöörien, teknikoiden ja viimeisten opistoinsinöörien koulutusta. Viimeiset teknikot ja opistoinsinöörit valmistuivat 2002, jolloin myös Kemin teknillinen oppilaitos lakkautettiin.

Teknillisissä oppilaitoksissa oli oppitunneilla läsnäolo pakollista ja opetus toteutettiin seuraavilla tavoilla:

- luennot (liitutaulu, piirtoheitin)
- laskuharjoituksia oppitunneilla
- pakollisia kotitehtäviä (laskutehtäviä) seuraaville oppitunneille
- ohjattuja suunnittelutehtäviä (käsien ja tietokoneavusteisesti)
- seminaariesitelmät
- kielistudiot
- pienryhmissä tehtävät laboraatiot (fysiikka, kemia, tietokoneet, ammattiaineet)
- yritysvierailut

- opetuselokuvat
- alan kirjallisuuteen ja lehtiin tutustuminen
- pakollinen työharjoittelu. /25/

3.1.2. KTAMK tekniikka

Ammattikorkeakouluissa opetussuunnitelmat laadittiin aluksi näiden vanhojen opistoinsinöörien opetussuunnitelmien pohjalta, mutta melko pian opetussuunnitelmien sisältöjä muokattiin varsin rajusti ja kehitettiin kokonaan uusia koulutusohjelmia. Sittemmin koulutusohjelmien nimet yhtenäistettiin, mutta samannimisten koulutusohjelmien opintojaksojen nimet, sisällöt, laajuudet ja opetusmenetelmät poikkeavat toisistaan varsin laajasti eri ammattikorkeakoulujen välillä ja toisaalta samassakin ammattikorkeakoulussa eri vuosien kuluessa.

Opetusmenetelmät vaihtelevat varsin laajasti. Joissakin koulutusohjelmissä koulutus voi perustua projektimuotoiseen toteutukseen, mutta useimmissa ovat edelleen eri opetusaineissa opettajien valitsevat opetusmenetelmät käytössä. Opetusmenetelmien valintaan vaikuttavat oppimistulokset, oppilaitosten hallinnolliset päätökset, opetusresurssit, opetusilat ja opetuslaitteet sekä opettajien valinnat. Taloudellisesta tilanteesta johtuen opetusresursseja eli kontaktiopetuksen määrää on supistettu asteittain 1990-luvun puolestavälistä lähtien. Ammattikorkeakouluissa on parhaaksi toiminnan kustannuksia supistavaksi tavaksi osoittautunut opettajille maksettavan palkkasumman pienentäminen, mikä johtaa kontaktiopetuksen vähenemiseen. Toinen kustannussäästöjen kohde on ollut opetuslaboratorioiden laitteiden ja -järjestelmien hankinta-, huolto- ja korjauskustannusten pienentäminen.

Ammattikorkeakoulukokeilun aloitusaikana tulivat myös ammattiaineiden opettajille pakolliseksi pedagogiset opinnot. Vanhat lehtorit ja yliopettajat saivat siirtyä uusiin ammattikorkeakoulujen virkoihin vanhoina opettajina vaihtelevalla tavalla eri ammattikorkeakouluissa. Kaikissa tapauksissa opettajakoulutusta ei ole velvoitettu suorittamaan, mutta pääosassa ammattikorkeakouluja yliopettajat (aikaisemmin myös DI voitiin nimetä yliopettajaksi) velvoitettiin suorittamaan jatko-opinnot voidakseen jatkaa yliopettajan virassa. Kemian teknillisen oppilaitoksen vanhoja yliopettajia tai lehtoreita ei ole velvoitettu opettajakoulutukseen tai jatkotutkintoihin. Päätoimisilta ja sivutoimisilta tuntiopettajilta ei ole myöskään vaadittu opettajakoulutusta. Uusilta opetusalan viranhaltijoilta olisi tullut vaatia opettajakoulutuksen suorittaminen 3 vuoden kuluessa. Tämän kehitystehtävän laatija onkin ollut useina vuosina ainut pedagogiset opinnot suorittanut ammattiaineiden opettaja sähkötekniikan koulutusohjelmassa.

Ammattikorkeakouluissa tunneilla ei pääsääntöisesti ole läsnäolopakkoa. Kuitenkin tietyille oppiaineille, kuten laboratoriotyöt ja kieliopinnot, on määritetty läsnäolovelvoitteita, jotka on esitetty opintojaksosuunnitelmissa. Käytetyt opetustavat ovat kehittyneet ja vaihtelevat koulutusaloittain:

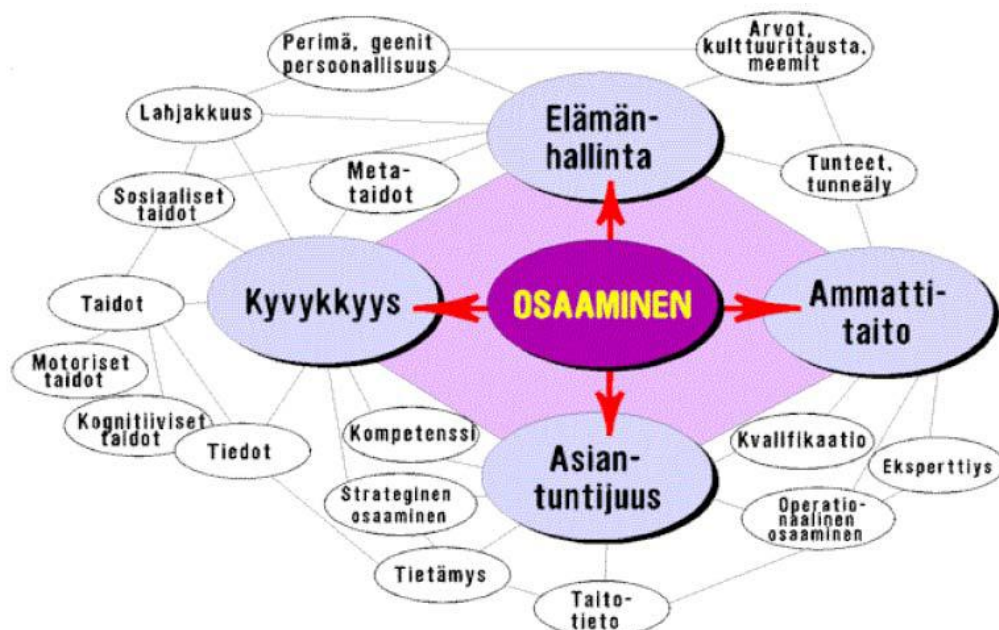
- luennot (liitutaulu, piirtoheitin, videotykki)
- laskuharjoituksia oppitunneilla
- kotitehtäviä (laskutehtäviä, jotka pisteytetään)
- ohjattuja suunnittelutehtäviä (käsien ja tietokoneavusteisesti)

- pc-luokat (kieliopinnot, viestintä, harjoitukset, raportit, esitelmät, suunnitteluharjoitukset, simulointi-, suunnittelu- ja mitoitusohjelmat)
- seminaariesitelmät
- projektityöt
- projektimuotoinen opiskelu
- PBL-muotoinen opiskelu
- kirjatentit
- pienryhmissä tehtävät laboratoriotyöt (fysiikka, ammattiaineet)
- yritysvierailut
- verkko-opiskelu
- alan verkkomateriaaliin, ohjelmistoihin, kirjallisuuteen ja lehtiin tutustuminen
- pakollinen ohjattu työharjoittelu.

3.2. Insinöörien koulutus

3.2.1. Osaaminen

Opiskelijan osaaminen: Ammattikorkeakoulujen tavoite on järjestää koulutusta, joka vastaa työelämän tarpeita. Koulutuksen tulee valmentaa opiskelijaa ammatillisten tietojen ja taitojen lisäksi myös sosiaalisessa kontekstissa. Käytännössä opetuksessa on opintojaksojen sisällön lisäksi kiinnitettävä huomiota pedagogiikkaan ja opetusmenetelmiin, jotta opiskelijoiden tietojen ja taitojen kehittymisen lisäksi kyky soveltaa niitä ja toimia eri työympäristöissä kehittyisi monipuoliseksi.



Kuva 1. Osaamisen ja ammattitaidon käsitteet /24/

Osaamisella tarkoitetaan työn vaatimien tietojen ja taitojen hallintaa ja niiden soveltamista käytännön työtehtäviin. Osaaminen on jaettu kuvassa 1 neljään eri osa-alueeseen:

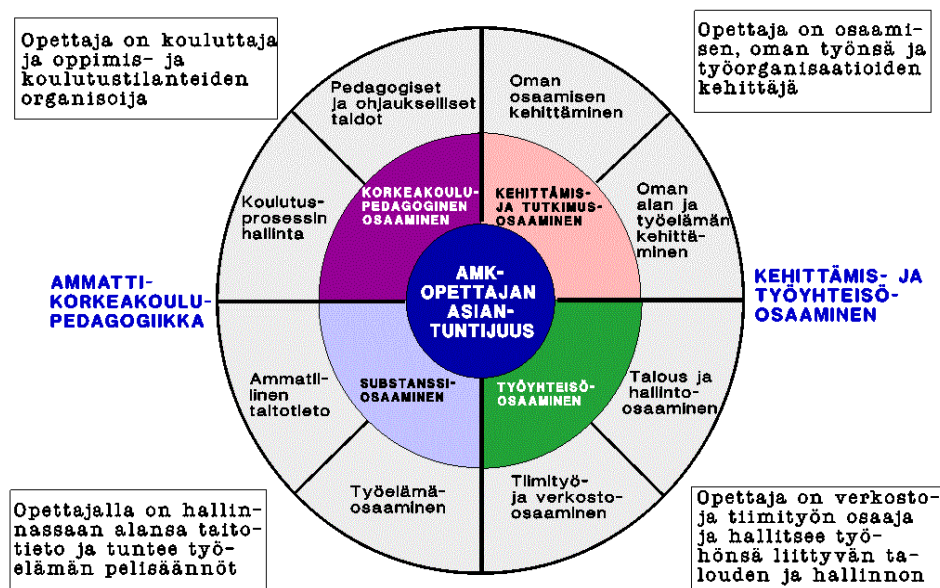
kyvykkyyteen, ammattitaitoon, asiantuntijuuteen ja elämänhallintaan. Osaaminen on näiden eri osa-alueiden kokonaisuus. Työelämässä menestyäkseen tai kyetäkseen selviytymään työtehtävistä insinööri tarvitsee näitä kaikkia. /24/

Kuvan mukaisesti voidaan ajatella, että ammatillinen osaaminen muodostuu toisaalta ammatissa tarvittavista tiedoista ja taidoista, mutta toisaalta henkilön persoonallisuuden eri puolista, joita perimä ja sosiaalinen toimintaympäristö elämän aikana muokkaavat. Osaamista käytetään luonnollisesti muissakin elämänalueissa kuin ammatissa toimiessa. Osaamista pidetään yläkäsitteenä, ammattitaitoa ja asiantuntijuutta sen alakäsitteinä. On syytä korostaa, että osaaminen ja sen alakäsitteet eivät ole staattisia, vaan muovautuvat koko ajan ihmisen kokemuksen kautta. Kuvan mukaisesti osaamisen ja ammattitaidon perustana on kyvykkyys. Kyvykkyys on seurausta peritystä lahjakkuudesta ja toisaalta koulutuksen ja kokemuksen kautta opitusta. /23/

Opettajan osaaminen

Ammatillisen opettajan osaaminen, kuva 2, muodostuu neljästä asiantuntijuuden osa-alueesta:

- substanssi
- korkeakoulupedagogiikka
- kehittäminen ja tutkiminen
- työyhteisö. /22/



Kuva 2. Ammattikorkeakoulun opettajan osaamisen osa-alueet /22/

Substanssiosaaminen tarkoittaa, että opettajan on hallittava ammatin tiedolliset ja taidolliset vaatimukset. Tämä osaaminen sisältää myös kyseisen ammatin käytäntöjen, toimintatapojen, toimintaohjeiden ja työympäristöjen ymmärtämisen laaja-alaisesti eikä vain oman työkokemuksen kautta. Opettajan on lisäksi hallittava opetuksessa korkeakoulukoulutuksen vaatimat pedagogiset tiedot ja taidot, siis oppimisen ja opettamisen teoriaa ja käytäntöjä. Opettajan tulee kyetä itsenäisesti ja yhteistyössä kehittämään opetusta (pedagogiset menetelmät) ja opetuksen sisältöä (teoriaopetus, laskeminen, mitoitus, laboratoriotyöt). Kehit-

tävä työote edellyttää kehittämis- ja tutkimusosaamista (tieteellistä osaamista), tieteellinen osaaminen ei tarkoita täydellisiä tutkijan taitoja vaan sitä kehittämisosaamista ja ajattelun taitoja, mitä jatkuva oman työn ja työyhteisön kehittäminen edellyttävät. Työyhteisöosaaminen kattaa talous- ja hallinto-osaamisen sekä tiimi- ja verkosto-osaamisen.

3.2.2. Ennakointi

Koulutuksen suunnittelussa on tavoitteena suunnitella, kehittää ja suunnata koulutusta, sen sisältöä ja menetelmiä, siten, että se palvelisi mahdollisimman hyvin opiskelijoiden sijoittumista työelämään ja menestymistä työtehtävissä. Koulutuksen suunnittelussa on pystyttävä vastaamaan nykyisiin ja tuleviin tarpeisiin. Tämä on haasteellista, sillä opetussuunnitelmat on laadittava etukäteen ennen koulutuksen aloittamista ja opiskelijat valmistuvat opetussuunnitelman mukaisesti aikaisintaan neljän vuoden kuluttua opiskelun aloittamisesta. Täten opetussuunnitelman tavoitteiden ja sisällön laadinnassa tulee hyödyntää ennakoivia tutkimuksen menetelmiä.

Lisäksi opetussuunnitelman rakenteella, esimerkiksi vaihtuvasisältöisillä opintojaksoilla tai vaihtoehtoisilla valinnaisilla ammatillisilla moduuleilla, voidaan koulutussisällön muutoksen reagointiaikaa lyhentää. Esimerkiksi KTAMK tekniikassa yli 10 vuotta käytössä olleilla vaihtoehtoisilla valinnaisilla ammatillisilla moduuleilla on voitu tarjota uusittuja tai kokonaan uusia ammatillisia 15 op:n moduuleja kolmannen vuoden opiskelijoille, jolloin uusi osaaminen on tarjottavissa ja saavutettavissa 1,5 vuoden päästä valmistuvalle insinöörille.

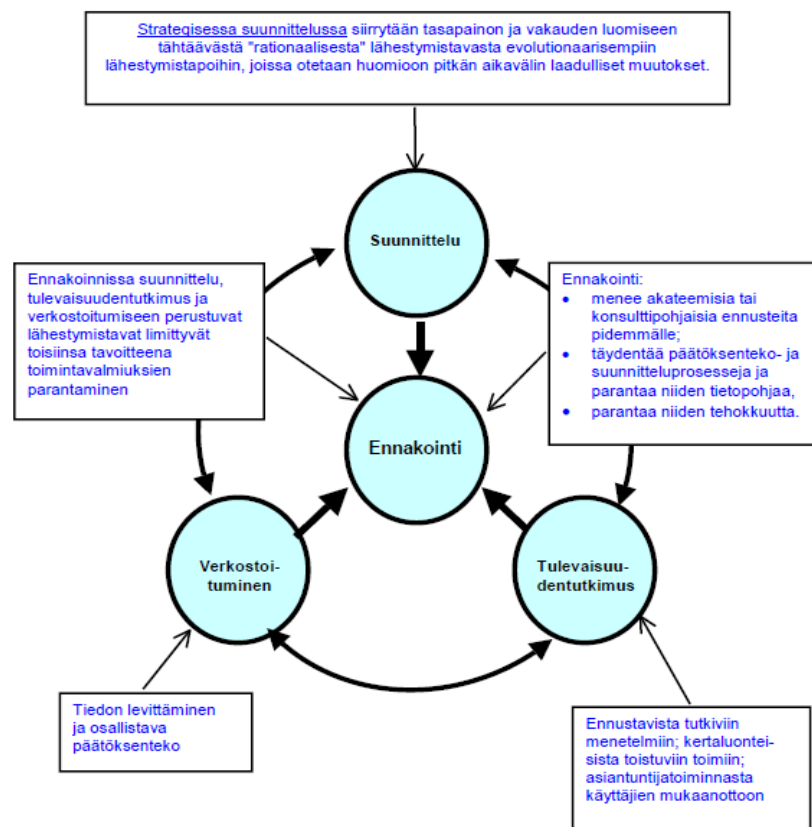
Ennakoinnin merkitystä ovat pohtineet monet filosofit ja tutkijat jo menneinä aikoina. Yhden osuvan määritelmän on kirjoittanut Veikko Huovinen määrittelemällä kaukoviisauden seuraavasti:

”Tavallaan maapallossa on liiaksi viisautta, epäili Konsta luodollaan. — Sitä ei jakseta kaikkea käyttää, vaan turvottaa se nupopäät mustansinisiksi... Viisausopin lajit on: kaukoviisaus, jota on minulla hyvin paljon. Mitä se on? Se on sitä, että asiat harkitaan etukäteen ja kuvitellaan tapaus sikseenkin elävästi, että kun se kerran tapahtuu, on reitit selvät. Tätä lajia on harvalle suotu. Jolla sitä on, niin pitääköot hyvänään! Mutta tässä lajissa on kaksi pahaa vikaa; asia jää huvikseen tapahtumatta tai se sattuu eri tavalla. Joka arvaa ottaa nämäkin huomioon, sille on maailmanranta kevyt kiertää.”

Euroopan komission mukaan ennakointi on järjestelmällinen, osallistava prosessi, jossa kerätään tietoa ja laaditaan visioita keskipitkän ja pitkän aikavälin tulevaisuudesta ja jolla pyritään parantamaan nykyisten päätösten tietopohjaa ja käynnistämään yhteisiä toimia. Alueellinen ennakointi on ennakoinnin peruselementtien - tulevaisuutta koskevan tiedon hankinnan, osallistumisen, verkostoitumisen, vision laatimisen ja toiminnan - soveltamista rajatulla alueella, jossa läheisyys on keskeinen tekijä, kuva 3. Saman lähteen mukaan ennakointiin liittyy viisi olennaista elementtiä:

- *Jäsennetty tiedonhankinta* pitkän aikavälin yhteiskunnallisista, taloudellisista sekä teknologisista kehityskuluista ja tarpeista.

- *Vuorovaikutteiset ja osallistavat menetelmät*, joiden avulla käydään keskustelua edellä mainituista kehityskuluista ja tarpeista sekä tutkitaan ja analysoidaan niitä. Tähän vuorovaikutukseen osallistuvat erilaiset toimijat.
- Tällaisissa vuorovaikutteisissa lähestymistavoissa luodaan uusia sosiaalisia *verkostoja*. Joissakin ennakoitihankkeissa käytetään verkostoja yksinomaan ennakkoinnin muodollisten tuotosten aikaansaamiseen, kun taas toisissa hankkeissa verkostojen luominen ja kehittäminen on itsessään yhtä tärkeä, jollei tärkeämpi saavutus kuin niiden avulla synnytyt tuotokset.
- Ennakkoinnin muodolliset tuotokset eivät rajoitu skenaarioiden esittämiseen tai suunnitelmien valmisteluun. On ensisijaisen tärkeää laatia myös ohjaavia *strategisia visioita*, joihin on yhteisesti sitouduttu.
- Tällainen yhteinen visio ei saa olla utopiaa: on yhdistettävä toteuttamiskelpoisuus ja haluttavuus. On yksilöitävä ja selvitetävä täsmällisesti, mitä visiot merkitsevät *tämänhetkisten päätösten ja toimenpiteiden kannalta*. /1/



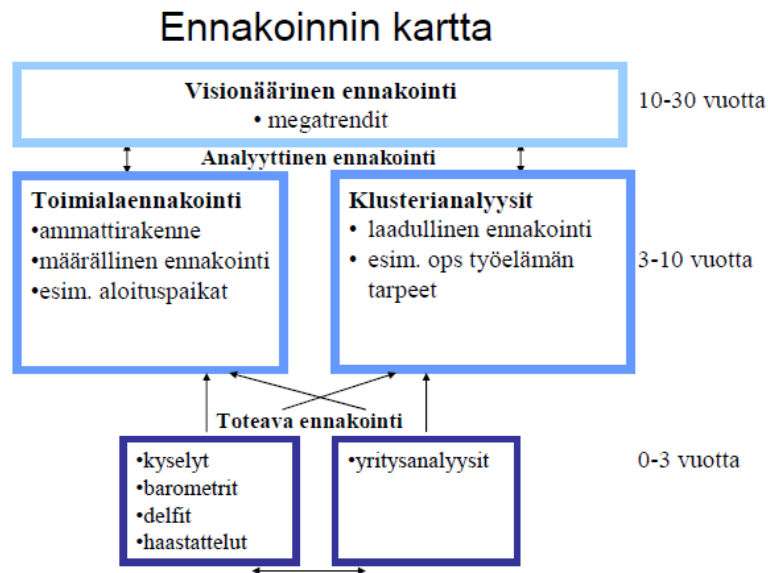
Kuva 3. Alueellisen ennakkoinnin peruselementit /1/

Ennakkoinnissa on tarkoitus käyttää hyväksi näkemyksiä, tietoja ja arvioita, joiden aikaulottuvuus vaihtelee lähivuosisista pitkälle tulevaisuuteen. Ennakkoinnissa voidaan erottaa kolme tasoa:

1. tietäminen
2. ymmärtäminen
3. tulevaisuuden tekeminen. /35/

Näitä vastaavat ennakointimenetelmät ovat:

1. tiedonkeruuseen kuten analyysieihin perustuvat analyysit
2. loogisen päättelyyn perustuvat menetelmät
3. tavoitteelliset visio- ja skenaarioanalyysit. /35/



Kuva 4. Ennakoinnin aikaulottuvuus /35/, /37/

Tampereen ammattikorkeakoulussa on käytetty osaa edellä esitetystä ennakoivan tutkimuksen menetelmästä sähkötekniikan koulutuksen osaamistarpeiden päivittämisessä. Näillä menetelmillä on selvitetty TAMK sähkö- ja sähkövoimatekniikan opintojen osaamistarpeiden päivittämistarve. Ennakoinnin rakenne mukaili edellä esitettyä Euroopan komission ennakoinnin rakennetta muodostuen seuraavista osista:

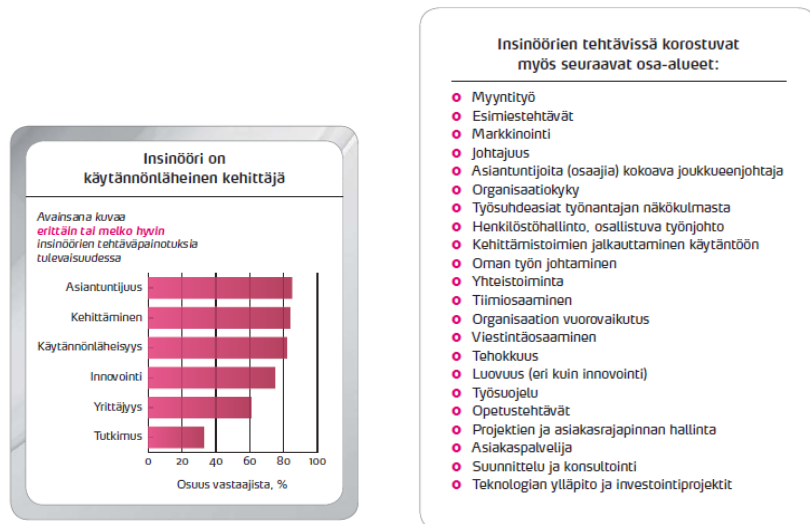
1. Tiedonhankinta yhteiskunnan koulutustarpeista ja tulevaisuudennäkymistä.
2. Tiedon analysointi ja kyselyhaastattelujen suunnittelu analyysin pohjalta.
3. Haastattelut, joissa arvioidaan mahdollisia kehityskulkuja ja niiden synnyttämiä tarpeita sekä nykyisen tilanteen aiheuttamia tarpeita kompetensseihin. Haastattelun kohderyhminä ovat:
 - sähköteollisuuden edustajat
 - ammattikorkeakoulun opiskelijat
 - ammattikorkeakoulun opettajat.
4. Haastattelukierrosten tulosten analysointi ja esittäminen sekä tämän pohjalta strategian luominen.
5. Strategian toteuttamiseksi tarvittavien toimenpiteiden määrittely. /28/

Teknillisen alan korkeakoulutuksen kansallinen yhteistyöryhmä on arvioinut toimintaympäristön kehittymistä vuoteen 2020 tarkastelemalla toimintaympäristön trendejä ja heikkoja signaaleja. Trendit ja heikot signaalit on ryhmitelty kuuteen aihepiiriin: kestävä kehitys, globaali maailma ja Suomen rooli, poikkitieteellisyys ja verkottuminen, tietoyhteiskunta ja teknologia, oppiminen sekä koulutus. Yhteenveto toimintaympäristöanalyysistä on esitetty kuvassa 5 ja tarkempi kuvaus eri osa-alueista on esitetty lähteessä. Raportissa esitetään, että tekniikan yksiköiden tulisi profiloitua opetuksessa, tutkimuksessa ja yhteiskunnalli-

sisä palvelutehtävissä. Työelämän tarpeet tulee huomioida ammattikorkeakouluopetuksen kehittämisessä ja koulutusyksiköiden yhteenliittymisissä. Tulevaisuudessa tulisi panostaa täydennyskoulutukseen, jota tutkintokoulutus ja T&K-toiminta tukevat. /49/



Kuva 5. Toimintaympäristöanalyysi mind-map /49/



Kuva 6. PK-sektorin näkemys lähitulevaisuuden insinöörin osaamisesta ja tehtävistä lähitulevaisuudessa /52/

PK-yrityskentälle tehdyssä kyselyssä nähtiin ammattikorkeakoulusta valmistuvien insinöörien tehtävissä painottuvan lähitulevaisuudessa asiantuntijuuden, kehittämisen ja innovoinnin, samalla insinööritä edellytetään vahvaa käytännön tuntemusta, kuva 6. Kuvassa on lisäksi esitetty tehtäviä, jotka korostuvat insinöörien (AMK) työssä lähivuosina. /52/

3.3. Käsityksiä oppimisesta

Oppiminen on:

- tietojen lisääntymistä
- asioiden muistamista ja kykyä toistaa ne tarvittaessa
- kykyä soveltaa tietoja
- asioiden ymmärtämistä
- ajattelun muuttumista, asioiden näkemistä uudella tavalla
- muuttumista ihmisenä. /47/

3.3.1. Oppiminen toimintana

Oppiminen on eritasoista ja eri tavoin tapahtuvaa toimintaa. Oppiminen voi olla toistavaa toimintaa, kehittymistä ja/tai muuttumista. Oppiminen on tiedon ja asioiden jäljittelemistä. Oppiminen on tiedon mieleen painamista ja kyseisen tiedon soveltamista käytäntöön. Oppiminen nähdään oppijan aktiivisena ajattelutoimintana. Oppiminen on tiedonhallintaa ja oppija on tietämiseen kykenevä yksilö. Perinteisesti on ajateltu, että oppiminen on vain tiedon siirtämistä ja vastaanottamista. Tästä käsityksestä ollaan luopumassa ja oppimisen katsotaan nykykäsitysten mukaan olevan aktiivista vuorovaikutusta ympäristön kanssa, yksilön tavoitteellista ja tietoista toimintaa. Oppimisen tavoitteena on ymmärtämiseen pohjautuva oman näkemyksen muodostaminen ja jatkuva uuden tiedon luominen, ei niinkään laajojen tietomäärien tai teorioiden muistiin varastointi. /47/

Oppimisen kokonaismalli koostuu kolmesta pääkomponentista:

- 1 taustatekijät
- 2 oppimisprosessi
- 3 oppimistulokset. /51/

Taustatekijöillä tarkoitetaan kaikkia niitä oppijan henkilökohtaisia ja oppimisympäristöön liittyviä tekijöitä ja asioita, jotka vaikuttavat oppimiseen. Oppimisprosessi koostuu oppijan aikaisemmista tiedoista, motiiveista, orientaatiosta oppia, oppimisstrategioista, -tyyleistä ja asioiden prosessointitavoista. Oppijan henkilökohtaiset ja oppimisympäristöön liittyvät taustatekijät vaikuttavat oppimisprosessiin oppijan havaintojen ja tulkintojen kautta. Oppimisen tuloksena oppija muodostaa oman käsityksensä opiskelluista asioista ja kehittyy erilaisten taitojen hallinnassa. Oppimisen tulokset vaihtelevat pinnallisesta, ulkoa muistamisesta syvälliseen ymmärtämiseen ja kykyyn soveltaa tietoja ja taitoja käytännön ongelmien ratkaisuun tai uudenlaiseen tapaan hahmottaa asioita. Oppiminen on sidoksissa ympäristöön, ympäröivään tilanteeseen ja sosiaaliseen kontekstiin sekä kulttuuriin. Opetus on olennainen osa oppimista, mutta paraskaan opetus ei takaa, että oppimista tapahtuu. Se on aina kiinni oppijasta. /46/, /51/

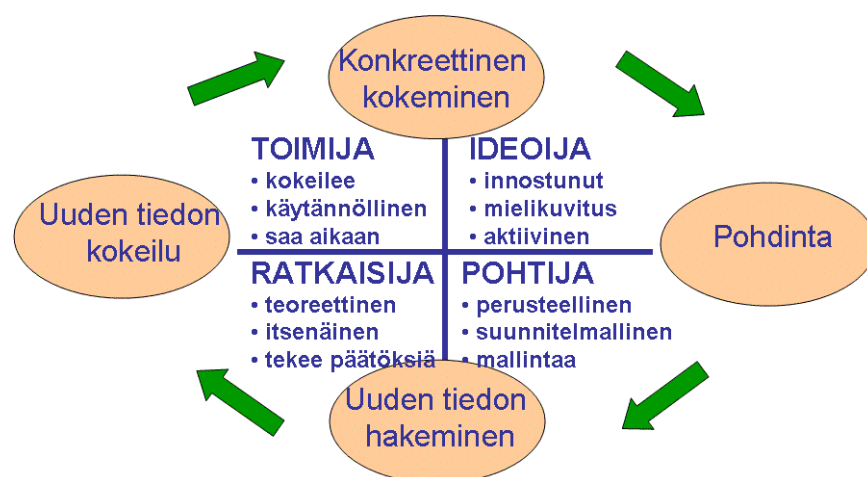
3.3.2. Oppimistyyli

Niin oppilaan kuin opettajan on syytä muistaa, että oppimistyyli on tapa, jolla itse kukin oppii parhaiten. Oppimistyylin tunnistaminen auttaa oppijaa oppimaan paremmin ja opettajaa antamaan oppijoille mahdollisuuksia oppia paremmin. Jokaisella oppijalla on oma yksilöllinen oppimistyyli ja jotkut voivat muuttaa sitä oppimistilanteesta riippuen. Opettajat voivat suunnitella ja toteuttaa oppimisympäristöjä, jotka tukevat erilaisia oppimistyyliä, jolloin he auttavat oppijaa oppimaan paremmin kullekin luontaisella tavalla. Oppimistyylien tunnistamiseen on lukuisia testejä.

Oppimistyyliä on jaoteltu lukuisilla eri tavoilla. Yksi yleinen tapa on jakaa oppimistyyli tiedonsaantitavan mukaan (näkeminen, kuuleminen ja toimiminen):

- *Visuaalinen oppiminen:* Tietoa visuaalisesti parhaiten omaksuvilla on taipumus puhua nopeasti, mutta epäselvästi. Heidän ajatuksensa visualisoituvat nopeammin kuin mitä he kykenevät ilmaisemaan sanoin. Usein heillä onkin vaikeuksia löytää oikeita sanoja, vaikka he tietäisivätkin mitä haluavat sanoa. Puheessa esiintyy usein hyvin kuvaavia ilmauksia, kuten "katsohan" ja "saatan kuvitella". Usein he myös nauttivat piirtämisestä, näyttelemisestä ja elokuvista.
- *Auditiivinen oppiminen:* Auditiiviset oppijat omaksuvat parhaiten puhuttua tietoa. Heidän puheensa on sangen eloisaa, mikä tekee heistä erinomaisia kertojia tai imitoijia. He käyttävät usein sellaisia ilmauksia kuten "kuuntelen" tai "ääni muuttui kellossa" ja aloittavat keskustelun usein sanalla "kuules". He kuuntelevat mielellään radiota tai musiikkia.
- *Kinesteettinen oppiminen:* Kinesteettisesti oppivat ihmiset ovat yleensä fyysisesti suuntautuneita: he nauttivat fyysisestä kosketuksesta, viestivät elein ja seisovat lähellä keskustelukumppaniaan. Kinesteettiset oppijat puhuvat usein hitaasti ja harmitusti käyttäen sellaisia ilmauksia kuin "tuntuu hyvältä". /39/

Muita varsin yleisiä oppimistyylien jakoja on esitetty seuraavassa ja kuvassa 7.



Kuva 7. Oppimistyylien jakotapa /30/, /41/

Toinen varsin yleinen tapa jakaa oppimistyyliä on (käytetty mm. työssäoppimisessa):

- osallistuva kokeilija

- konkreettinen kokija
- pohdiskeleva havainnoija
- abstrakti käsitteellistäjä. /40/

Kolmas yleinen jaottelutapa on:

- aktiivinen osallistuja
- käytännön toteuttaja
- looginen ajattelija
- harkitseva tarkkailija .

Oppimistyylien jakotavasta riippumatta mikään oppimistyyli ei kuitenkaan ole ylitse muiden. Oppimistyyli vaikuttavat oppimiseen, mutta lisäksi lukuisat muut tekijät vaikuttavat oppimiseen, kuten oppimateriaalit, opetustilat, opetustilanne, motivaatio, opettajan tiedot ja taidot sekä opettajan persoonallisuus. Erilaisia oppimiseen vaikuttavia tekijöitä on esitetty kuvassa 8. Oppilaitosten ja opettajien on syytä suunnitella ja toteuttaa sellaisia oppimisympäristöjä, jotka tukevat erilaisia oppijoita ja oppimistyyliä.

Oppimiseen vaikuttavat tekijät

Dunn & Dunn

Ympäristö-tekijät	Valaistus		Äänet		Lämpötila		Sisustus	
Emotionaaliset tekijät	Motivaatio		Sinnikkyys		Sovinnaisuus		Ohjeistus	
Hallitseva aistikanava	Visuaalinen		Auditiivinen		Kinesteettinen		Taktuaalinen	
Fysiologiset tekijät	Napostelu			Liikkuminen		Vuorokauden aika		
Sosiologiset tekijät	Yksin	Pareittain	Pienryhmä	Tiimissä	Ohjauksessa	Eri tapoja		
Psykologiset tekijät	Kokonaisvaltainen vs. yksityiskohtainen			Hallitseva aivopuolisko		Impulsiivinen vs. reflektiivinen		

©amiedu/ohjaava koulutus/cruz

Kuva 8. Oppimiseen vaikuttavia asioita /41/

3.3.3. Oppimiskäsityksiä

Nykyisin vallalla on **konstruktivistinen oppimiskäsitys**, jossa voidaan erottaa erilaisia suuntauksia. Konstruktivismiin mukaan oppiminen on oppijan oman toiminnan tulosta. Oppiminen on aktiivista kognitiivista toimintaa, jossa oppija tulkitsee havaintojaan ja uutta tietoa aikaisemman tietonsa ja kokemuksensa pohjalta. Oppija rakentaa uutta tietoa vanhan päälle sitä muokaten. Konstruktivismiin mukaan keskeistä on merkitysten rakentaminen, mikä edellyttää ymmärtämistä. Ymmärtäminen taas edistää mielekästä tiedon konstruointia. Sosiaalisella vuorovaikutuksella on tärkeä merkitys oppimisessa. Oppiminen on aina kontekstisidonnaista ja erilaiset oppimisen sisällöt vaativat erilaisia tiedon konstruointiprosesseja. /44/, /47/, /51/

Konstruktivismi merkitsee uusia näkemyksiä opettamistapahtumaan ja siinä valituille pedagogisille ratkaisuille. Konstruktivismin valinta oppimiskäsitykseksi vaikuttaa opetustapahtumaan seuraavasti:

1. Oppijan aktiivisuuden merkitys ja opettajan roolin vaihtuminen
 - Oppija on aktiivinen.
 - Opetus on enemmänkin ohjausta.
 - Keskeistä opetuksessa on, mitä oppija tekee ja miten hän toimii.
 - Opettaja voi etsiä tietoa, opettaja ohjaa tiedonlähteille.
 - Opettaja järjestää oppimistilanteita.
2. Oppijan aikaisemmat tiedot uuden oppimisen perustana
3. Metakognitiivisten taitojen kehittäminen
 - oppimaan ohjaaminen, oppimisen itsesäätely
4. Ymmärtäminen on tärkeämpää kuin ulkoa osaaminen
 - Merkitysten rakentaminen olennaista.
 - Ymmärretty tieto on merkityksellistä ja mielekästä.
5. Erilaisten tulkintojen huomioon ottaminen
 - erilaisten oppimismenetelmien hyväksikäyttö
6. Faktapainotteisuudesta ongelmakeskeisyyteen
 - Faktat opitaan parhaiten, kun ne kytketään aikaisempaan tietoon.
 - Faktojen nimeämisestä siirrytään niiden kuvaamiseen, selittämiseen, analysointiin.
7. Oppimisen tilannesidonnaisuuden huomioon ottaminen
 - Oppiminen liitetään niihin yhteyksiin, joissa tietoa tullaan käyttämään.
8. Monipuolisten representaatioiden kehittäminen
 - tietoa opitaan soveltamaan erilaisiin yhteyksiin ja konteksteihin
9. Sosiaalisen vuorovaikutuksen painottaminen
 - reflektio
 - sosiaalinen tuki
 - yhteistoiminnalliset oppimismenetelmät
 - argumentointi.
10. Uusien arviointimenetelmien kehittäminen
 - Arviointi kohdistetaan oppimisprosessiin.
 - Arviointi ei ole enää vain opettajan tehtävä, vaan oppija itse ja hänen opiskelijakollegansa ovat myös keskeisessä asemassa.
 - Arviointi ohjaa oppimista, siksi se tulee kytkeä osaksi oppimisprosessia.
11. Tiedon suhteellisuuden ja tuottamistapojen esiin tuominen
 - tiedon muuttuvuus, suhteellisuus
 - absoluuttista totuutta on vain harvoin olemassa
12. Opetussuunnitelman kehittäminen
 - keskeistä määritellä oppialan keskeiset pääsisällöt ja ongelma-alueet
 - monipuoliset tiedon käsittelytaidot
 - teorian ja käytännön integrointi
 - ongelmakeskeinen ajattelu. /44/, /47, /51/

Ennen konstruktivistista oppimisenäkemyksiä oli vallalla **kognitiivinen** ja **kokemuksellinen oppimisenäkemys**. Kokemuksellisen oppimisen mukaan oppiminen on kokemusten muuttumista ja laajentumista. Oppiminen on sykli, joka koostuu omakohtaisesta kokemuksesta, kokemuksen reflektoinnista, kokemuksen käsitteellistämisestä ja aktiivisesta kokeilevasta toiminnasta. Prosessi tuottaa uusia kokemuksia ja sykli alkaa uudelleen. Kokemuksellisen oppimisenäkemysten mukaan oppiminen nähdään kokonaisvaltaisena sopeutumisenä maailmaan. Keskeistä on persoonallinen ja sosiaalinen kasvu sekä yksilön itsetuntemuksen lisääntyminen. Kognitiivisessa oppimisenäkemysessä keskeistä on yksilön oppiminen. Yksilö kerää ja rakentaa tietoa omana psykologisena prosessinaan. Edellä mainituissa oppimissuuntauksissa puhutaan reflektiosta osana oppimisprosessia. Reflektio oppimisessa tarkoittaa kokemusten ja oppimisen analysointia ja arviointia. Sanotaankin, että reflektio on ammattilaisuuden merkki. Ammattilaiset analysoivat ongelmaansa, rajaavat sen ja lähtevät hakemaan ongelmaan ratkaisua. Ammattilaiset eivät reflektoi vain jälkeenpäin, vaan koko ajan toimiessaan. /47/

Behaviorismi oli pitkään keskeinen oppimissuuntaus aina ensimmäisestä maailmansodasta 1960-luvulle asti. Behaviorismi perustui pelkästään luonnontieteellisen käyttäytymisen tutkimukseen. Oppimisen peruseräkkeet katsottiin olevan samat eläimillä ja ihmisillä. Mallioppiminen ja tietyn kaavan mukainen oppiminen oli keskeistä. Oppimispsykologien ketju kulkee annetusta ärsykkeestä oppijaan, jossa tapahtuu jokin reaktio, joka saa aikaan jonkin tuloksen. Toivottua tulosta vahvistetaan palautteella. Palaute saa aikaan halutunlaisen oppimistuloksen. Palautteella ohjataan oppimista opettajan haluamaan suuntaan. /46/, /47/

3.4. Oppimisympäristöt

Oppimisympäristö-käsite otettiin käyttöön viime vuosikymmenellä korvaamaan aikaisempaa opetussuunnitelmapohjaista koulutusajattelua. Empiristiseen oppimisenäkemyseseen ja perinteiseen opetukseen pohjautuvassa ajattelussa painotettiin opetuksen suunnittelua ja opetussuunnitelman merkitystä. Kognitiivisen psykologian ja konstruktivisen oppimisenäkemysten vahvistuessa opetuksen suunnittelun sijasta opettajan tehtäväksi jäi oppimisympäristön luominen opiskelijoille. Opetuksen ei siis tullut enää olla tarkasti etukäteen suunniteltu, vaan opiskelijoille tuli antaa mahdollisuus vaikuttaa sekä opetuksen sisältöön että omiin opiskelumenetelmiinsä ja suoritustapoihinsa. Aikaisempaa opetussuunnitelmaan perustuvaa opetusta nimitettiin *suljetuksi oppimisympäristöksi*, jolla viitattiin opiskelijan ohjaukseen tarkoin suunnitelluissa opetuksellisissa tilanteissa. Uutta oppimisympäristöä kuvataan usein käsitteellä *avoin oppimisympäristö*, jolloin painotetaan opiskelijan mahdollisuuksia yksilölliseen ja omaehtoiseen opiskeluun. Opettajan tehtävä on luoda opiskelijoille puitteet opiskelua varten, mutta hänen ei ole tarkoitus suunnitella ja kehittää opetusta yksin vaan yhdessä opiskelijoiden kanssa. /29/, /33/, /34/

Oppimisympäristö on muutakin kuin fyysinen tila, jossa opiskelu tapahtuu, oppimisympäristö on yleisesti määriteltynä paikka, tila, yhteisö tai toimintakäytäntö, jonka tarkoituksena on edistää oppimista. Oppimisympäristöt ovat siis **kokonaisvaltaisia toimintaympäristöjä**, jotka muodostuvat monista eri tekijöistä, kuten

- oppijat, opiskelijat

- opettaja(t)
- erilaiset oppimisenäkemykset
- erilaiset toimintamuodot
- tiedonlähteet (esim. kirjat, internet, ohjelmat)
- välineet ja niiden käyttömahdollisuus (opiskeltavat laitteet, järjestelmät, ohjeet, manuaalit ja tietokoneet, videotykit, smartboard)
- ympäristö (opiskelutilan viihtyvyys, muunneltavuus ja sen liitännät fyysiseen ja virtuaalimaailmaan).

Oppimisympäristöllä tarkoitetaan siis fyysistä ja sosiaalista ympäristöä, jossa oppimista tapahtuu. Oppimisympäristöt ovat muuttuneet vuosien saatossa perinteisestä luokkahuoneympäristöstä virtuaalisiksi tietoverkkoympäristöiksi. On enemmän kuin tavallista puhua monimuoto-, etä-, avoin tai verkko-oppimisympäristöistä. Yhteisnimitys näille voisi olla modernit oppimisympäristöt. Muistaa tulee kuitenkin, että oppiminen tapahtuu edelleen oppijassa itsessään. Tietotekniikka on vain ajattelun ja oppimisen väline, mutta se on avannut uusia toimintamuotoja opetukseen ja oppimiseen. /47/

Hyvä oppimisympäristö mahdollistaa aiheen käsittelyn omassa asiayhteydessään suoraan käytännön työhön liittyvänä. Oppimismenetelmien tulee olla vaihtelevia sekä tilanteeseen ja kohderyhmään sopivia. Keskeisiä oppimismenetelmiä ovat omaehtoisen opiskelun lisäksi luennot, interaktiivinen ja pienryhmäopetus, käytännön harjoittelu ja koulutuksen sisältöön liittyvät tehtävät. /47/

Juuri käytännön työhön liittyvien tehtävien laajempi ja parempi mahdollistaminen on sähkötekniikan koulutusohjelman laboratorioden kehittämisen peruste. Tehtävät voivat olla suunnittelua, mitoitusta, laskentaa, asentamista, mittausta, käyttöönottoa, testausta, parametrien asettelua, toiminnan ohjausta, käyttöä ja kunnossapitoa. Käytännön laboratoriotöillä luodaan konkreettinen oppimisympäristö, jonka avulla oppijoille luodaan paremmat edellytykset ymmärtää sähköalan teoriaopetuksen, laskentamenetelmien ja todellisten laitteiden ja komponenttien keskinäinen yhteys.

4. LABORATORIOTILAT OPETUKSESSA

Tässä kappaleessa kuvataan lyhyesti sähkötekniikan koulutusohjelma nykyiset laboratoriotilat, niiden laitteistoja ja oppimisympäristöjä sekä niiden aikaisempaa kehittämistä ja kehittämismenetelmiä. Tarkoitus on kuvata lyhyesti, miten laboratorioden nykytilanne on saavutettu.

4.1. Laboratoriotilat oppimisympäristöinä

KTAMK:n sähkötekniikan koulutusohjelman käytössä olevat laboratoriotilat on rakennettu ja kalustettu alunperin tekniiko- ja insinöörikoulutuksen tarpeisiin 1980-luvulla. Nykyisissä sähkövoima- ja automaatiotekniikan laboratoriotiloissa oli 1980-luvulla sähkövoimatekniikan, elektroniikan ja prosessitekniikan laboratoriotilat. Prosessitekniikan koulutus lopetettiin jo 1980-luvulla ja prosessitekniikan laboratoriotilat muunnettiin automaatiotekniikan koulutukselle soveltuviksi. Laboratoriotilat ja siellä tehtävät laboratoriotyöt ovat tekniikan alan koulutuksessa olleet perinteisesti yksityiskohtaisesti ohjeistettuja sisältäen työohjeet, mittari-/laiteluettelot, kytkentäkuvat, mittauspöytäkirjat ja pohdintakysymykset. Samat laboratoriotyöohjeet ovat olleet käytössä pitkään ympäri Suomea teknillisissä oppilaitoksissa. Sähkövoimatekniikan eri osa-alueille ja elektroniikkaan on ollut käytössä samoja laboratoriotyöohjekirjoja ympäri Suomea. Tämä tuli selvästi esille, kun vanhempi aikuisopiskelija 1990-luvulla pidettyjen sähkökoneiden laboratoriotöiden yhteydessä näytti aikaisempien tekniiko-opintojensa laboratoriotyöselostuksia ja totesi, että samat tulokset tulee kuin silloinkin ja nyt hänen jäätyä vanhuuseläkkeelle samoja työohjeita on edelleen käytössä.

Ennen ammattikorkeakoulua oli opistoinsinöörien koulutuksen opetussuunnitelmissa määritetty ammattiaiaineiden laboratoriotyöt omina kursseina ja kurssikokonaisuutena. Laboratoriotyökurssien kanssa samanaikaisesti järjestettiin teoriakurssit, joihin sisältyi luentojen ohella paljon laskuesimerkkejä ja kotitehtävinä tehtäviä laskuja, jotka tarkastettiin seuraavilla oppitunneilla. Oppilaitoskohtaisesti käytännöistä ja resursseista riippuen teoria-aineiden opettajat opettivat myös laboratoriotöitä enemmän tai vähemmän. Teoriakurssit toteutettiin tällöin perinteisenä luokkaopetuksena tavanomaisissa luokkahuoneissa. Laboratoriotiloissa esitettiin mahdollisia opintoja havainnollistavia demonstraatioita.

Ammattikorkeakoulun myötä opetusmenetelmissä ja opetuksen järjestämisessä toteutettiin jo 1990-luvulla muutoksia. Selkeinä syinä muutoksille oli, että opiskelijoilla alkoi olla yhä vähäisempi käytännön tuntemus sähköalasta, opiskelumotivaatio oli heikompi, paljon poissaoloja tunneilta ja kontaktiopetuksen määrää supistettiin asteittain muutamien vuosien välein. Laboratoriotyöt siirrettiin omasta opintokokonaisuudesta osaksi eri ammatillisia opintokokonaisuuksia, jolloin saman aihepiirin teoriaopintojaksot ja laboratoriotöiden opintojaksot muodostivat opintokokonaisuuden. Osaan teoriaopintojaksoista sisällytettiin omat harjoitus- tai laboratoriotyöosuudet, esimerkiksi puolet kontaktiopetuksesta laboratoriotöinä tai koko opintojakso toteutetaan laboratoriotilassa aihealueisiin johdattelevina teoriaosuuksina ja niitä käytäntöön soveltavina harjoituksina ja laboratoriotöinä. Tällöin toteutus on kombinaatio teoriaa, laskutehtäviä, suunnittelutehtäviä, demonstraatioita, käytönottoja ja laboratoriotöitä. KTAMK:ssa on opintokokonaisuuksien teoriaopintojen ja

laboratoriotöiden toteutuksissa pyritty käyttämään samaa opettajaa opettamassa teoriaa, harjoitustehtäviä ja laboratoriotöitä, jolloin eri aihepiirien opetustilanteet saadaan aikataulutettua parhaimmalla mahdollisella tavalla.

Laboratoriotöiden työryhmät ovat olleet 1 - 4 opiskelijan kokoisia. Käytännössä, kokemuksen mukaan, 2-3 hengen ryhmät ovat toimivia, suuremmissa ryhmissä ei kaikki enää opiskele tai opi. Eri opettajat suosivat vaihtelevan kokoisia ryhmiä. Kehitystehtävän tekijän mielestä sopivin ryhmäkoko on kaksi oppilasta, josta suurempiin ryhmiin mennään ainoastaan oppilasmäärän tai laitepulan niin edellyttäessä. Laboratoriotöiden teko yksin tapahtuu opiskelijan näin halutessa tai resursseista riippuen, esimerkiksi kun opetuslaitteita riittää kaikille omansa tai opiskelija tekee rästilaboratoriotöitä, jotka poikkeavat muiden opiskelijoiden työaiheista.

Edelleenkin ensimmäisen ja toisen opintovuoden laboratoriotyöt ovat tarkkaan ohjeistettuja ja opastettuja. Kolmannen ja neljännen opintovuoden ammattiaineiden laboratoriotöissä on käytetty sekä tarkkoja ohjeita että yleisempiä tehtäväksi antoja. Tarkat ohjeet ovat esimerkki opettajakeskeistä oppimisesta, yleisimmillä ohjeilla on pyritty oppijakohtaiseen oppimiseen. Tarkoilla ohjeilla saadaan määriteltyä laboratoriotyön tehtävät ja tavoitteet tarkasti, jolloin suoritetaan vaaditut mittaukset, testit ja vastataan esitettyihin kysymyksiin. Muuta opiskeltavaan ilmiöön, laitteeseen tai järjestelmään kohdistuvaa pohdintaa ei tällöin useinkaan synny, vaan pyritään työn nopeaan suorittamiseen tekemällä kytkennät, kirjaimella tulokset ja vastaamalla kysymyksiin. Toisaalta tarkasti ohjeistetut työt on helppo suorittaa eri tasoisten ryhmien toimesta ja edistyneemmille voi olla lisäkysymyksiä tai tehtäviä. Laboratoriotyöselostusten ja oppimispäiväkirjojen perusteella osalle opiskelijoita nämä tehtävät ovat suorituksia, jotka läpäistään ilman, että motivaatiota oppia asiaa on ollut. Harvemmin on käytetty myös esitettäviä ja esiselostuksia, joilla on saatu opiskelijat tutustumaan työn aihepiiriin, teoriaan ja tuleviin mittauksiin etukäteen.

Yleisemmän tehtäväksi annon laboratoriotyöt ovat avoimen oppimisympäristön mukaista oppijakohtaista oppimista, joissa opiskelijakin määrittää, mitä haluaa asiasta tai aihepiiristä oppia. Osa opiskelijoista kokee tällaisen toimeksiannon hankalaksi ja haluaisi mieluummin tarkan työohjeen. Tarkka työohje koetaan helpommaksi työn suorittamiseksi eikä haluta pohtia, mitä tulisi oppia. Muutenkin syynä voi olla motivaatio, oppimistyyli, tottumus sekä haluttomuus tai kyvyttömyys havainnollistaa ja pohtia, mitä voisi oppia. Osa opiskelijoista taas tutustuu mielellään omista/ryhmän lähtökohdista etenemällä työn aihepiiriin. Ryhmän jäsenillä voi olla vastaavista laitteista tai ilmiöistä aikaisempaa kokemusta, joten laitteeseen tai järjestelmään tutustumiselle on olemassa hyvä lähtökohta ja motivoivia tavoitteita. Erityisesti aikuisopiskelijat kokevat vapaan tutustumisen laitteeseen positiivisena opiskelutapana, koska työpaikoilla laitteita ei yleensä voi vapaasti kokeilla ja käyttää opettelutarkoituksessa.

4.2. Nykyinen sähkövoimatekniikan laboratorio

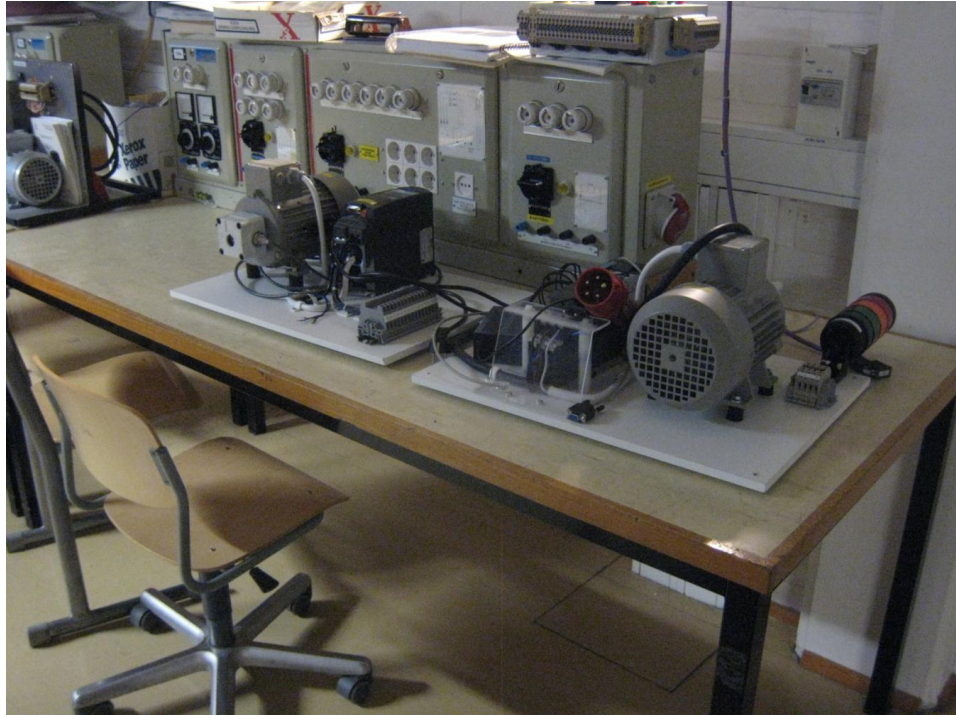
Sähkövoimatekniikan laboratorio on sijainnut luokassa d107, oppilaitosrakennuksen valmistumisesta lähtien, kuva 9. Tosin alunperin suunnitelmissa kyseinen tila oli suunniteltu elektroniikan laboratorioksi, mutta silloinen sähkövoimatekniikan yliopettaja oli saanut sähkövoimatekniikan ja elektroniikan laboratoriotilat vaihdetuksi keskenään. Alkutilanteessa laboratoriossa olivat puukantiset työpöydät, joihin oli asennettu sähkökeskus.

Sähkökeskuksissa oli kolmivaiheinen sähkönsyöttö, 230 V:n sähkönsyöttöjä, syöttö oskiloskoopille, sähkösyötöt 24 V:n AC ja 110 V:n DC sekä 2 kpl säädettäviä 0-24 V:n DC syöttöjä. Keskuksia oli varustettu 3 pääkytkimellä ja suojaukset oli toteutettu tulppasulakkeilla, erotusmuuntajalla ja koko laboratorion sähköverkko oli maasta erotettu. Työpöytien määrä pienennettiin alkuperäisestä puoleen jo 1990-luvulle tultaessa ja laboratoriotyöpöytien uusiminen 5 moderniin työpisteeseen toteutettiin vuosina 2005 - 2007. Yksi uusi työpöytä oli hankittu jo 1996 sähkölaitteiden kunnossapito- ja testaustyöpisteeksi. Kuvissa 10 ja 11 on esitetty vanha työpöytä ja uusia työpöytiä.

Laboratorion opetusvälineitä ja työpöydät uusittiin vuosina 1993-2006 erityisesti tämän kehitystehtävän laatijan toimesta. Tällöin hankittiin opetuskäyttöön mm. lukuisia taajuusmuuttajia, tasavirtakäyttö, loistehon kompensointilaitteisto, prosessimoottorikeskus, UPS-laitteistoja, pehmokäynnistimiä, suojareleitä ja työpisteitä sekä uusia mittaustaitteistoja ja analysaattoreita. Laitteiden ja järjestelmien valinnoissa pyrittiin tyyppillisten alueellakin käytössä olevien kaupallisten laitteiden hankintaan. Laitteet ja laitteistot otettiin opetuskäyttöön pääosin opiskelijoiden toimesta siten, että opiskelijaryhmät asensivat laitteet telineeseen tai koteloon, tekivät käyttöönoton ja dokumentaation. Tällaiset laitteiden käyttöönotot, vanhojen modernisoinnit ja uusien hankintaselvittelyt toteutettiin opetukseen kehitetyllä uudella toimintamallilla, projektitoilla (erikoistoilla) 1990-luvun puolilta välin alkaen. Kuvassa 12 on esitetty teollisuuden moottorikeskustoteutus 1980-luvun lopulta ja 1990-luvun puolesta välistä.



Kuva 9. Yleisnäkymä sähkövoimatekniikan laboratoriosta vuodelta 2009



Kuva 10. Esimerkki vanhasta alkuperäisestä sähkövoimatekniikan ja elektronikan laboratorion työpisteestä



Kuva 11. Sähkövoimatekniikan laboratorion uudet työpisteet vuodelta 2006



Kuva 12. Sähkövoimatekniikan laboratorion opetuslaitteita: moottorikeskuksia

4.3. Nykyinen ohjaustekniikan laboratorio

Ohjaustekniikan laboratorio sijaitsee sähkövoimatekniikan laboratoriotilan vieressä luokkatilassa d109 (kuva 13), jossa alunperin sijaitsi elektroniikan laboratorio. Ohjaustekniikan laboratoriota alettiin kehittämään tämän kehitystehtävän laatijan toimesta 1990-luvulla sen jälkeen, kun elektroniikan laboratorio sai uudet tilat ja työpisteet. Aluksi työpöydät ja niiden keskukset olivat alkuperäisiä elektroniikan laboratorion työpöytiä eli samanlaisia kuin sähkövoimatekniikan laboratoriotilassa d107. Sittemmin työpöydiksi saatiin muista tiloista yli jääneet metalliset vikavirtasuojilla varustetut työpöydät, jolloin työpisteiden lukumääräksi vakioitui 10 kpl. Työpisteissä oli tarvittavat 230 V:n pistorasiat ohjelmoitaville logiikoille ja tietokoneille. Luokkatilassa oli lisäksi muutama kolmivaiheinen syöttö mm. taajuusmuuttajille ja muille oppilastöinä rakennetuille ohjaustekniikan opetuslaitteille.

Luokkatilaa käytetään pienten logiikoiden (nykyisin Mitsubishi Alpha XL 2), lähestymiskytkimien, ohjauskytkimien, valotornien, keskisuurten logiikoiden (nykyisin Siemens S7-300), hajautetun automaation komponenttien, ohjauspaneelien, taajuusmuuttajien (Vaccon, ABB, Siemens, Danfoss) ja moottorilähtöjen ohjauksen, asettelujen, konfiguroinnin, käyttöönoton ja kytkentöjen opiskeluun. Luokkatilassa on moottorikeskus, jonka moottorilähdöt (24 kpl) on toteutettu SFS käsikirjan 16 mukaisesti, kuva 14. Kahteen ristikytkentäkaappiin on kytketty moottorilähtöjen liittynyt pistokeriviliittimille, samoin kuin ohjauspulpetin merkkilamput, ohjauskytkimet, paneelit ja valotornit. Ohjaaviksi järjestelmiksi voidaan kytkeä valinnan mukaan automaatiojärjestelmä tai jokin ohjelmoitavista logiikoista. Väyläohjattuja moottorilähtöjä on asennettu myöhemmin puualustoille. Puualustoja on käytetty myös ohjelmoitavien logiikkojen asennusalustoina. Osa opetuslaitteista on asennettu itse valmistettuihin metalliliteisiin tai alumiiniprofiilitelineisiin, kuva 15.



Kuva 13. Nykyinen ohjaustekniikan laboratorio, huonetila d107



Kuva 14. Moottorikeskus, ohjauspulpetti ja ristikytkentäkaappi (ohjaaja Jaakko Etto)



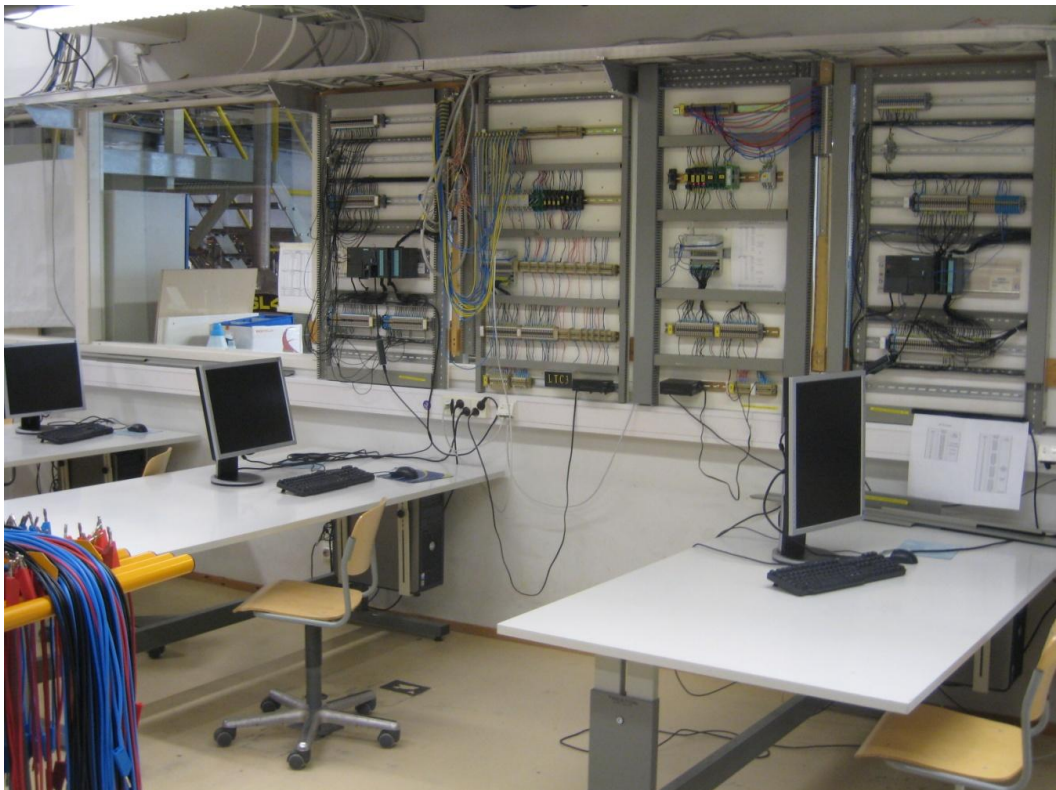
Kuva 15. Opetuslaitteiden asennustapoja, pöydälle sijoitettava puulevy tai metalliteline sekä seinälle sijoitettava puualusta (ohjaajina Jaakko Etto ja Matti Paaso)

4.4. Nykyinen automaatiotekniikan laboratorio

Automaatiotekniikan laboratorio on rakennettu alkuperäisen prosessiteknikan laboratorion tilalle, kun prosessiteknikoiden koulutus lopetettiin ja automaatiotekniikan opetus aloitettiin. Automaatiotekniikan opetusta varten rakennettiin suuri vesiprosessi, kuva 16, jonka ohjaukset ja mittaukset liitettiin viereisen huoneen ristikytkentäkaappeihin, joissa oli mahdollisuus useisiin rinnakkaisiin ohjausjärjestelmien kytkentään. Vesiprosessin suunnittelun hoiti Matti Paaso ja rakentamisen Jouko Alaniva. Vesiprosessissa on 5 erillistä säätöpiiriä, jotka aiheuttavat sopivasti häiriöitä toisiinsa. 1980-luvun lopulla ohjausjärjestelmiksi hankittiin SELMA2-automaatiojärjestelmä. Muina automaation opetuslaitteistoina oli aikoinaan käytössä Damatic XD-demolaitteisto ja Simatic S5-sarjan ohjelmoitava logiikka. Prosessin valvomo ja opetustila rakennettiin osin automaatiolaboratorion vesiprosessin viereisestä tilasta ja osin käytävätilasta.

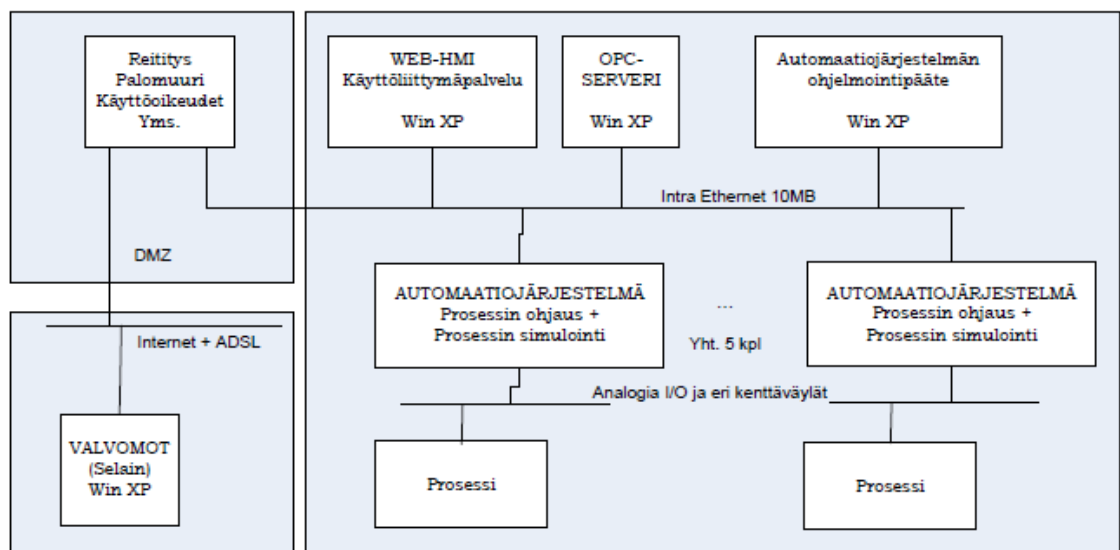


Kuva 16. Automaatiolaboratorion vesiprosessi



Kuva 17. Automaatiolaboratorion valvomotiila (teoria- ja laboratorio-opetusta)

Automaatiovalvomoa on käytetty sekä teoriaopetukseen että vesiprosessin prosessien ohjaukseen seinille sijoitettujen ohjaustaulujen avulla, kuva 17. Myöhemmin vesiprosessin eri säätöpiirien ohjauksessa alettiin käyttää Momentum-logiikkaa ja pc-valvomoa Matti Paason toimesta. Laite- ja ohjelmistovalinnat mahdollistivat sekä verkon kautta tapahtuvan etäohjauksen että logiikoiden ohjelmoinnin ja simuloinnin opiskelijoiden omilla kotitietokoneilla. Automaatiotekniikan opetuksen kehittäminen ja vesiprosessin etäohjauksen toteutustavat on tarkemmin esitelty lähteessä, jossa on esitelty myös useita vaihtoehtoisia paikallisia ja verkkopohjaisia vesiprosessin ohjauksen toteutustapoja, esimerkki esitetty kuvassa 18. Oppimisympäristöä, vaihtoehtoisia automaation opetustapoja ja oppimisympäristöä on kehitetty 20 vuotta.



Kuva 18. Automaatiotekniikan perusteiden oppimisympäristö, esimerkkitoteutus /43/

4.5. Nykyiset elektroniikka-alan laboratoriot

Elektroniikan, elektroniikan mittaus- ja testaustekniikan ja sulautettujen järjestelmien laboratoriot on rakennettu entisten teorialuokkien tilalle luokkiin c102, c104, c101 ja c103 useamman T&K-hankkeen toimesta vuosina 1995-2010. Samoin elektroniikan tuotantotekniikan laboratorio rakennettiin kemian laboratorion tilalle vuosituhannen vaihteessa. Näiden hankkeiden tavoitteena oli elektroniikan tuotantotekniikan, ohjelmoinnin ja digitaalisuunnittelun insinöörikoulutuksen toteutus. Tietotekniikan koulutusta järjestettiin englanninkielisessä koulutusohjelmassa (CBE ja Information Technology) 1990-luvun puolesta välistä vuoteen 2009. Suomenkielistä tietotekniikan koulutusta järjestettiin sähkötekniikan koulutusohjelman suuntautumisvaihtoehtona vuodesta 1997 alkaen ja vuodesta 2001 omana koulutusohjelmana. Vuonna 2009 tietotekniikan koulutusohjelman sisäänotto lopetettiin ja sen tilalla sähkötekniikan koulutusohjelmassa aloitettiin sulautettujen järjestelmien suuntautumisvaihtoehto.

4.5.1. Elektroniikan laboratorio

Elektroniikan laboratorio oli alun pitäen luokassa d109, mutta 1990-luvun puolessa välissä elektroniikan ja digitaalisen signaalinkäsittelyn kehittämishankkeessa laboratorio siirrettiin entiseen teorialuokkatilaan (c102) ja sinne ostettiin uudet työpöydät, uusittiin lattiapäällystys (ESD) ja sähkösyötöt. Luokkien välinen varastotila kalustettiin mittareiden, kytkentäpiirien ja komponenttien varastoksi. Laboratoriotilaa käytetään sähköpiirien perusteiden, elektroniikan perusteiden ja analogiaelektroniikan laboratoriotöiden suorittamiseen. Työpisteet on varustettu tietokoneilla Laboratoriotilassa on opettajan työpisteeseen liitetty videotykki, komponenteille on säilytyslokerikko sekä komponentteja ja mittalaitteita varten on varastohuone. Laboratorion työpisteet ja luokkatila on esitelty kuvassa 19. Jokaisessa työpisteessä on tietokone simulointia ja mittaustulosten tallennusta varten ja mahdollisen teoria- sekä simulaatio-ohjelmien opetustilanteiden johdosta.



Kuva 19. Elektroniikan laboratoriotilan nykyinen kalustus ja työpisteet (c102)

4.5.2. Sulautettujen järjestelmien laboratoriot

1990-luvun puolessavälissä aloitetuissa hankkeissa toteutettiin digitaalisuunnittelun ja ohjelmoinnin laboratoriot luokkiin c104 ja c101. Myöhemmin työpisteitä ja laitekantaa uusittiin ja opetus keskitettiin luokkiin c101 ja c103, joiden välinen varastotila muutettiin digitaalisuunnittelun, myöhemmin sulautettujen järjestelmien vaatiman koulutuksen komponenttien, ohjelmoitavien piirien ja ohjelmoitavien laitteiden varasto- ja säilytystilaksi. Opetustilat uudistettiin kalusteiden, valaistuksen ja sisustuksen osalta. Laboratorioiden työpisteitä ja luokkatilaa on esitelty kuvassa 20. Luokkatila c101 on tarkoitettu nimen-

omaisesti sulautettujen järjestelmien ohjelmointiin ja c103 päätarkoituksena on ohjelmoinnin opiskelu.



Kuva 20. Sulautettujen järjestelmien laboratoriotila c103

4.5.3. Sulautettujen järjestelmien T&K-laboratorio



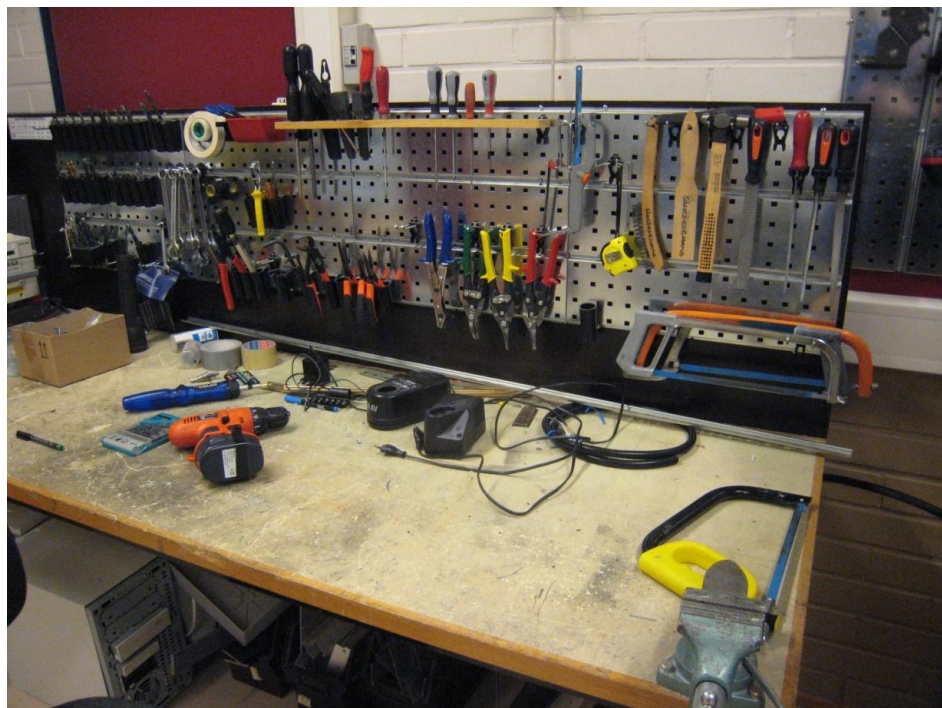
Kuva 21. Esimerkki projektityötilasta sulautettujen järjestelmien T&K-laboratoriossa (c104), opettaja ja 3 opiskelijaa paikalla työskentelemässä

Luokkatila c104 muutettiin tavallisesta teorialuokasta 1990-luvun puolella välissä digitaalitekniikan opetukseen soveltuvaksi luokkatilaksi (DSP-luokka) ennen tietotekniikan insinööriopetuksen aloittamista. Luokkatila uusittiin ja kalustettiin elektroniikan mittaus- ja testauslaboratorioksi vuonna 2004 kehittämishankkeessa. Laboratoriotilan kalusteet siirrettiin vuonna 2007 uusiin tiloihin juuri valmistuneeseen T&K-taloon. Tämän jälkeen kyseistä luokkatilaa, jossa on kolme huonetta, on käytetty sulautettujen järjestelmien T&K projektien ja projektitöiden laboratoriotilana, kuva 21.

4.6. Nykyinen sähkökorjaamo

Sähkökorjaamossa ovat työpisteet kahdelle laboratoriossa työskentelevälle henkilölle, laboratorioinsinöörille ja vaihtuville harjoittelijoille. Laboratorioinsinöörin vastuulla on nykyisin sähkötekniikan koulutusohjelman laitehankinnat, laitehuolto ja korjaustoiminta. Laboratorioinsinöörin apuna on satunnaisesti työharjoittelijoita.

Suurin osa tilasta on varattu ja kalustettu opiskelijoiden projektitöiden teossa tarvitsemille kytkentä- ja rakentamistöille, joten tilassa on työpöytiä ja pientyökaluja. Opiskelijat kokoavat, kytkevät ja työstävät projektitöissä tarvittavia laitteistoja sähkökorjaamon työtalassa. Ohjausta suunnittelussa, asennustöissä ja työvälineiden käytössä antavat tällöin erikois- ja projektitöiden ohjaajat ja laboratorioinsinööri. Keskeneräiset työt varastoidaan laatikostoihin hyllyille, jolloin työpöydät ovat käytettävissä eri ryhmien opiskelijoille töiden edetessä. Esimerkki sähkökorjaamon opiskelijoiden ja laboratorioinsinöörin käyttämästä työpisteestä on esitetty kuvassa 22.



Kuva 22. Sähkökorjaamon työpiste erikoistöiden ja laitekorjauksen tarpeisiin

Tilan yhteydessä on myös sähkötekniikan kaikkien laboratorioiden ylläpidon tarvitsemien varaosien, tarvikkeiden, laitteiden, kytkentätarvikkeiden ja kaapeleiden varastohuone. Va-

rastossa olevien komponenttien lisäksi tarvitaan useimmiten erikseen hankittavia osia ja laitteita, joiden hankinta toteutetaan nykyisin keskitetysti laboratorioinsinöörin toimesta. Hankintatoiminnan ja ohjauksen lisäksi laboratorioinsinööri hoitaa laitehuollon ja korjauksen kaikkiin sähkötekniikan koulutusohjelman laitteistoihin. Tilassa on sen johdosta 2 kpl sähkö- ja elektroniikkakorjaukseen soveltuvaa työpöytää. Laboratorioinsinöörin työpiste ja huoltotyöpiste on esitetty kuvassa 23.



Kuva 23. a) Sähkökorjaamon odottavien ja menossa olevien töiden työpiste
b) Laboratorioinsinööri tilaustyöpisteessä odottamassa varaosien saapumista

4.7. Muut laboratoriot

4.7.1. Elektroniikan mittaus- ja testaustekniikka

Elektroniikan mittaus- ja testaustekniikan laboratorio siirrettiin vuonna 2007 valmistuneeseen T&K-taloon hankkeessa sitä varten tehdystä laboratoriotilasta c104. Tällöin myös automaatiotekniikan laboratorioon väliaikaisesti sijoitettu testauskaappi saatiin sijoitetuksi T&K-taloon laboratorion omiin tiloihin. Nykyisin myös eräitä konetekniikan materiaalien testauksia on sijoitettu testauslaboratorioon. Laboratorion laitekantaa on esitelty kuvassa 24, tutkimusalat ovat:

- sähköiset ominaisuudet ja sähkötekniset testit
- laitteiden ympäristötestaus
- materiaalitestit
- tutkimusnäytteiden valmistus
- mikroskooppiset analyysit. /45/

Laboratorion mittalaitteet, koneet ja järjestelmät on hankittu useamman hankkeen toimesta ja laboratorion pääasiallinen käyttötarkoitus on ollut T&K-projektit ja T&K-palvelutoiminta. Opiskelijat ovat tehneet laboratorion laitteisiin ja projekteihin liittyviä erikoistöitä ja opinnäytetöitä laboratoriotiloissa.



Kuva 24. Elektroniikan mittaus- ja testaustekniikan laboratorion laitekantaa: X-ray + uCT-system, Phoenix Nanomex + uCt-system, emissiomikroskooppi Hamatsu Phemos 1000, profilometri Nanoscan, kovuustesteri Duramin A-2500E, materiaalin testauskone 250 kN /45/

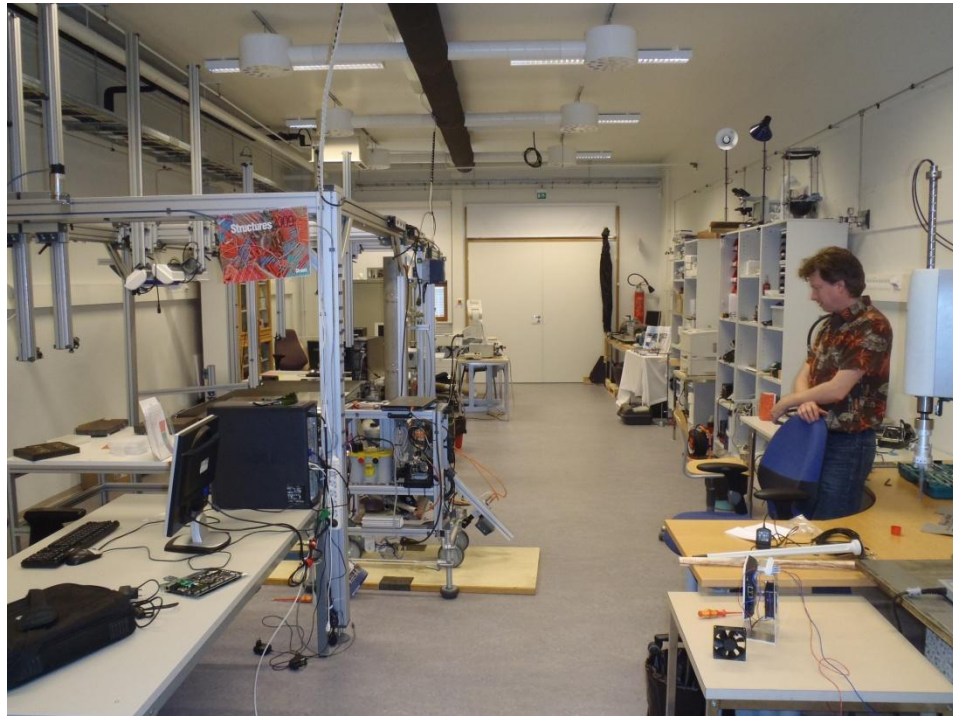
4.7.2. Optinen mittaustekniikka

Optisen mittaustekniikan laboratorion toiminta on aloitettu jo 1990-luvun loppupuolella, ensin automaatiolaboratorion yhteydessä, sitten muutetuissa tiloissa b200 ja vuodesta 2007 lähtien T&K-talossa, kuva 25. Laboratorion T&K toiminta on alusta alkaen liittynyt opetustoimintaan siten, että laboratoriossa on järjestetty mekatroniikan ja optisen mittaustekniikan opetusta, opiskelijat ovat tehneet kymmeniä erikoistöitä ja opinnäytetöitä laboratoriossa eri projekteissa, palvelutoiminnassa ja tutkimusympäristöjen kehittämisessä.

Optisen mittaustekniikan laboratorion osaaminen perustuu vahvoihin henkilö- ja laitteistoresursseihin sekä pitkäjänteiseen konenäkötekniikan soveltavan tutkimuksen toteuttamiseen. Laboratorion vahva teknologinen osaaminen konenäön perusosa-alueilla sekä kokemus teknologian soveltamisesta ja soveltuvuudesta erityyppisiin sovelluksiin muodostavat laboratorion ydiosaamisen. Lisäksi laboratorio hallitsee kokemukseensa ja osaamiseensa perustuen konenäköjärjestelmien määrittelyn ja pilotoinnin. /42/

Optisen mittaustekniikan laboratorion osaamisen perusosa-alueet ovat kuvanmuodostus, kuvankäsittely sekä 2D- ja 3D-mittausmenetelmät. Kuvanmuodostuksesta hallitaan erilaiset konenäkökomponentit, kuten kamerat ja optiikat sekä osataan suunnitella ja toteuttaa

valaisu kohteen havainnointiin. Laboratorion henkilöstö hallitsee kuvankäsittelyn erityyppiset tavat toteuttaa menetelmät ohjelmistoiksi erilaisia ohjelmointiympäristöjä hyödyntäen. Laboratoriolla on osaamista kuvanmuodostuksesta, kuvankäsittelystä ja mittausmenetelmistä röntgensäteilyn, näkyvän valon ja infrapunasäteilyn alueilta. /42/

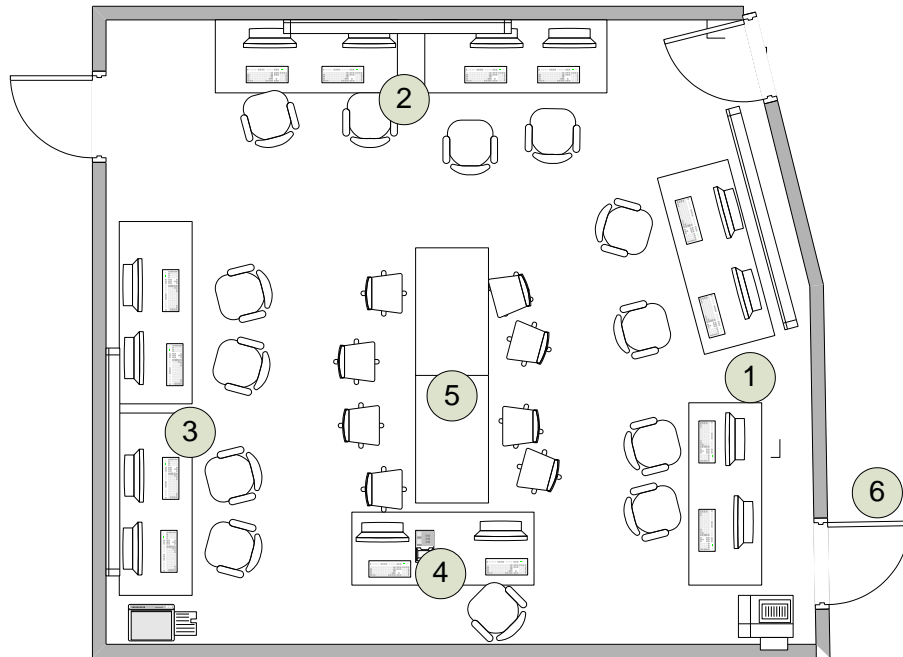


Kuva 25. Optisen mittaustekniikan laboratorio, projekti-insinööri esittelemässä tutkimuslaitteistoa

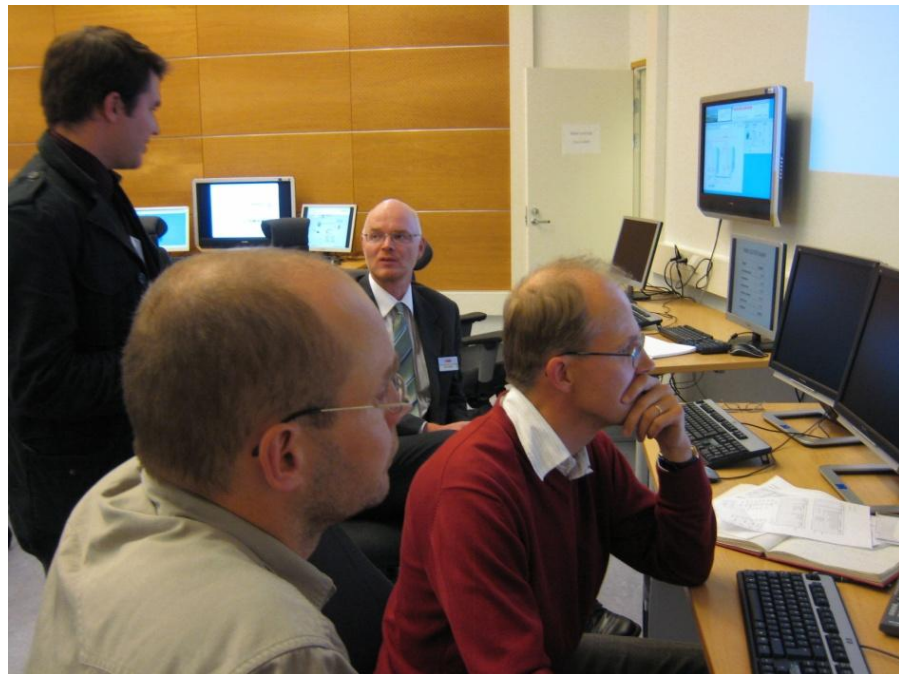
4.7.3. Etävalvomo

Ensimmäisessä sähkötekniikan koulutusohjelman laboratorioita kehittävässä projektissa vuonna 2007 toteutettiin etävalvomo T&K-taloon ja hankittiin etävalvontaan ja ohjaukseen soveltuvia automaatiojärjestelmiä. Projektissa hankittiin Metso DNA- ja ABB ITx800A-automatiojärjestelmät, etävalvontaan soveltuvat logiikkaratkaisut (Klinkmann ja FF-Automation) ja pc-valvomot (Wonderware Intouch ja Web Studio) sekä kalustettiin edustava valvomotila, jota voidaan käyttää opetustoiminnan lisäksi T&K-hankkeissa.

Valvomon layout on esitetty kuvassa 26 ja automaatiojärjestelmän koulutus- ja esittelytilaisuus kuvassa 27. Tilassa sijaitsevat automaatiojärjestelmien (ABB ITx800A, METSO DNA, DELTA V) valvomot ja varsinaiset automaatiojärjestelmien liittynät ja prosessiasemat ovat automaatiolaboratoriossa ohjattavien ja valvottavien prosessien läheisyydessä. Kiinteistöautomaation etävalvontakohteet ovat kuntayhtymän omia kiinteistöjä. Muita pc-valvomoratkaisuja toteutetaan sekä etävalvomoon että automaatio- ja ohjaustekniikan laboratorioissa. Automaatiojärjestelmien käyttöönottoa on esitetty kuvassa 28 ja prosessi/liityntäasemien sijoittelu on esitetty myöhemmin kuvassa 48.



Kuva 26. Etävalvomon layout: 1,3) automaatiojärjestelmien valvomot, 2) kiinteistö-
automaatio ja muut pc-valvomot 4) opettajan/kouluttajan työpiste 5)
oppilaiden kannettavat työpisteet 6) palvelimet ja UPS-järjestelmät /15/



Kuva 27. Automaatiojärjestelmien käyttöönotto, koulutus ja esittely RMM-valvomossa
syksyllä 2007 /14/



Kuva 28. RMM-projektissa hankittujen ABB- ja Metso-automaatiojärjestelmien käyttöönotto syksyllä 2007

4.7.4. Luokkatilat

Teoriaopetukseen käytettävät luokkatilat olivat alun pitäen perinteisiä luokkahuoneita, joissa luokan edessä oli liitutaulu ja piirtoheitin. Myöhemmin varustuksiin lisättiin televisiot ja nauhurit, sittemmin opettajien pc ja videotykki sekä eräisiin luokkiin aikuiskoulutuksen etäopetuksen vaatimat laitteistot. Vuosien kuluessa 9 kpl perinteisistä luokkahuoneista on muutettu joko laboratorioksi tai cad- ja atk-luokaksi. Esimerkki tyypillisestä luokkatilasta on kuvassa 29. Luokkatilojen kalusteita, pulpetteja ja tuoleja on osin uusittu. ATK-luokkien tietokoneita uusittiin 1990-luvulla joka toinen vuosi ja myöhemmin harvempaan tahtiin. Ennen kiinteistön saneerausta käytännössä kaikissa luokissa ja laboratorioissa oli opettajien tietokoneella varustettu työpiste ja siihen liitetty videotykki.

Ongelmaksi on koettu sopivan kokoisten luokkatilojen saatavuus. Tarvitaan suuria luokkia, pieniä luokkia ja ryhmätyötiloja. Siksi esimerkiksi luokkien b201 ja b203 välinen varastotila seinineen purettiin ja saatiin suurien ryhmien ja uusintakokeiden pitämiseen soveltuva luokkatila b201. Muissa luokissa on pulpetteja noin 20-40. Erikoisvarusteltuina luokkatiloina on ollut teknistä piirtämistä varten oma luokkatila, samoin kielten opiskelua varten (pc-pohjainen kielistudio), fysiikan opetusta varten auditorio ja fysiikan laboratorio vierekkäin. Samoin viestinnän opetusta varten on ollut luokkatila, jossa on opiskeltu viestintää, kokous- ja neuvottelutaitoja sekä esiintymistä. Kalustus on ollut helposti muokattavissa videonauhoitukseen soveltuvaksi.



Kuva 29. Tavallinen luokkatila (suuri luokka) opettajan näkökulmasta (b201)

5. UUDISTUVAT OPPIMISYMPÄRISTÖT

5.1. Tavoitteet

KTAMK:n tekniikan ja kaupan yksikön käytössä oleva kiinteistö saneerataan 2010 - 2011. Tällöin laboratorioiden sijoituspaikat osin vaihtuvat ja kaikilta osin saneerataan. Laboratorioiden oppimisympäristöjen kehittämisen tavoitteena on:

- tilojen modernisointi
- avoimien oppimisympäristöjen mahdollistaminen
- laboratoriotilojen uudistaminen muuttuneita koulutustarpeita vastaaviksi
- tulevien koulutustarpeiden ennakointi
- laboratorioiden oppimisympäristöjen kehittäminen
- tilojen käytön tehostaminen ja uudelleen ryhmittely käyttötarkoituksen mukaan
- etäopetuksen mahdollisuuksien edistäminen.

Aikaisemmin laboratoriotilojen laajentaminen tehtiin vanhojen laboratoriotilojen välittömään läheisyyteen ensimmäiseen kerrokseen c-käytävälle luokkiin c102, c104, c101 ja c103, jotka muutettiin viimeisen 15 vuoden aikana teorialuokista laboratoriotiloiksi. Nyt saneerauksen yhteydessä tilat muutetaan takaisin monitoimiluokiksi, koska ne sijaitsevat tulevan oleskelualueen vieressä ja niiden tulee olla toimintoiltaan monimuotoisia ja muunneltavia. Kyseiset laboratoriot siirretään e-siipeen kauemmaksi opiskelijoiden keskeisiltä kulkuväyliltä ja samalla kalustusta ja laitteita uusitaan. Nykyisen d-siiven laboratoriotilat modernisoidaan ja niihin sijoitetaan sähkövoimatekniikan molemmat ja automaatiotekniikan sekä koneautomaation laboratoriot.

Laboratoriotilojen, laitteistojen ja laitteiden sekä järjestelmien uusimisen tavoitteena on tehdä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön sähkötekniikan koulutusohjelman laboratorioista edelläkävijä ammattikorkeakoulujen sähkötekniikan opetuksessa ja parantaa ammattikorkeakoulun sähkövoima- ja automaatioalan sekä T&K toiminnan perusedellytyksiä uudistamalla laboratoriotilat ja hankkimalla projektissa laboratoriotiloihin ajan mukaiset kalusteet, laitteistot ja laitteet, joiden avulla voidaan opettaa, oppia ja tehdä tutkimus- ja kehitystoimintaa sekä laajentaa laboratorioiden käyttömahdollisuuksia laboratorio- ja teoriaopintojen lisäksi etäopetuksen suuriin mahdollisuuksiin.

5.2. Laitehankintojen toteutustavat

Osa laitehankintojen rahoituksesta on oppilaitoksien itsensä siihen tarkoitukseen budjetoimaa toimintaa. Osin rahoitusta on saatu myös tuetusti eri rahoittajatahojen hankkeiden kautta. Lahjoitusten merkitys on vaihdellut oppilaitoskohtaisesti, joissakin oppilaitoksissa lahjoitusten merkitys on ollut suuri, joissakin oppilaitoksissa lahjoitusten vuotuinen arvo on enintään muutamia tuhansia vuosittain. Laitehankintoja on tehty vuosien myötä erilaisilla tavoilla:

- investoinnit uusiin oppimisympäristöihin
- hankkeet ja projektit
- kunnossapitoperusteet vanhojen laitteistojen osalta

- lahjoitukset.

Menneinä vuosina on ollut käytettävissä vaihtelevasti rahaa investointeihin. Tästä rahasta on talon sisällä kilpailtu ja sähkötekniikan koulutusohjelman eri laboratoriot ovat pärjänneet vaihtelevasti. Sähkövoimatekniikan ja ohjaustekniikan laboratorioden osalta tällä tavoin on rahoitettu viimeiset 20 vuotta kaikki isommat hankinnat. Tietokoneet ovat olleet myös tyypillinen investointi viime vuosiin saakka. Kunnossapidollisilla syillä on uusittu mm. pieniä logiikoita, oskilloskooppeja ja muita mittalaitteita sekä korjattu kalliimpia laitteita. Kaikki laitehankinnat ovat kilpailutusmielessä säädeltyjä ja kilpailutettavia.

Lahjoituksia on saatu laitevalmistajilta ja paikalliselta teollisuudelta pienissä määrin. Tällaisia ovat olleet mm. vähäöljykatkaisija, kontaktoreita, antureita ja releitä Metsä-Botnialta ja sähkömoottori ABB:lta. Lahjoitusten sijaan osa laite- ja ohjelmistovalmistajista myy tuotteitaan oppilaitoshinnoilla.

Hankkeet ja projektit ovat olleet merkittävä keino uusia oppilaitokset laboratorioden kalustusta ja erityisesti rakentaa uusia laboratorioita. Hankkeiden avulla perustettuja laboratorioita ovat olleet erityisesti tietotekniikan ja elektroniikan laboratoriotilat: elektroniikka, digitaalinen signaalinkäsittely/sulautetut järjestelmät, elektroniikan tuotantotekniikka, elektroniikan mittaus- ja testaustekniikka sekä automaatioon etävalvomo.

Laboratoriossa tehtävien laboratoriotöiden aihepiirit ja työohjeet ovat osin perustuneet valmiisiin tehtäväkirjoihin ja osin opettajien omaan kehittämispanokseen. Valmiit tehtäväkirjat ovat olleet käytössä elektroniikan laboratoriossa ja osin sähkövoimatekniikan laboratoriossa. Automaatiotekniikan, ohjaustekniikan ja osin sähkövoimatekniikan laboratoriossa teetetävät laboratoriotyöt on kehitetty opettajien toimesta laitehankintaan ja opetusprosessilaitteistoihin perustuen. Kehittämistyöhön on osallistunut muutama opettaja erittäin suurella työmäärällä. Laboratoriotöiden aiheiden kehittäminen ja laitteistojen määrittäminen sekä niiden rakennuttaminen ja yhteensovittaminen toimiviksi kokonaisuuksiksi on pitkäaikainen prosessi. Käytännössä tästä kehittämisestä on saanut korvauksen vain erikois- ja projektitöiden ja opinnäytetöiden ohjauspalkkioiden muodossa. Lähes kaikki viimeisen 20 vuoden aikana hankitut laitteet ja laitteistot on otettu käyttöön oppilastöinä, mm. asentamalla ne telineisiin, puualustalle, testaamalla toiminta, ohjaamalla pientä prosessia, vertailemalla markkinoilla olevia laitteita ja dokumentaatiota tekemällä.

5.3. Projektit

Sähkötekniikan laboratorioden kehittämiseen tähdätään useamman hankkeen toimesta. Näistä esitetään seuraavassa lyhyesti kolme eri vaiheessa olevaa hanketta, joiden kaikkien avulla on tavoitteena kehittää oppimisympäristöjä. Ensimmäinen esimerkki on jo hyväksytty hanke, joka käynnistyi kesällä 2010, toista haetaan syksyllä 2010 ja kolmas on esimerkki jo toteutetusta projektista vuodelta 2007.

5.3.1. Uusiutuvan energiantuotannon oppimisympäristöt

Uusiutuvien energiantuotantomuotojen osalta on käynnistynyt EAKR-ESR-hankepari, jonka päämääränä on tukea Lapin uusiutuvan energiantuotannon ja -käytön sekä energiate-

hokkuuden kehittämistä osana Lapin bioenergiaohjelmaa. Hankepari on saanut myönteisen rahoituspäätöksen keväällä ja kesällä 2010 käynnistyen täydellä teholla syksyllä 2010 ja päättyen vuoden 2012 lopussa. Kone- ja laitteistohankinnat tehdään vuosina 2010-2011. Hankkeiden vetovastuussa on Rovaniemen koulutuskuntayhtymästä Lapin ammattiopisto ja osatoteuttajana on Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymästä ammattiopisto Lappia. Myöhemmin mukaan otetuilla Rovaniemen ja Kemi-Tornion ammattikorkeakouluilla ovat hankkeista pienemmät osuudet. Hankintabudjetti on esitetty liitteessä 6.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle on tässä hankkeessa budjetoitu hankittavaksi seuraavat oppimisympäristöt:

- | | |
|--|---------|
| • hybridienergiajärjestelmien opetuslaitteisto | 50 000 |
| • energiajärjestelmien huolto- ja kunnossapitovälineistö | 60 000 |
| • sähkön pientuotannon uusiutuvan energian järjestelmät | 100 000 |
| • tuulivoimajärjestelmiä opetuskäyttöön | 50 000 |

Laitehankintojen lisäksi on suunniteltava ja toteutettava uusiutuvan energiatekniikan oppimateriaaleja ja koulutusta. Hankinnat on määritelty oppilaitoskohtaisesti niiden tarpeiden ja osaamispainopisteiden mukaisesti ja tulevaisuudessa oppilaitosten keskinäistä yhteistyötä kehitetään erityisesti uusiutuvan energiatekniikan alalla.

5.3.2. Sähkötekniikan opetuksen ja T&K kehittäminen

Tekniikan yksikön saneerauksen yhteydessä on ilmoitettu tehtäväksi noin 2 miljoonan euron suuruinen sähkötekniikan insinöörikoulutuksen koulutusohjelman laboratorioden kehittämishanke, jonka avulla koulutusohjelman laboratorioden oppimisympäristöt ja laitekanta saadaan eturivin asemaan sähkötekniikan oppimisympäristönä Suomessa. Tavoitteena on uudistaa sähkövoimatekniikan, automaatiotekniikan, ohjaustekniikan, elektronikan ja cad-ohjelmisto-opetuksen laboratorioita ja niiden oppimisympäristöjä lähi- ja etäopetuksen tarpeisiin. Lähiopetuksen kannalta tilojen kalustus tulisi olemaan sellainen, että niissä on mahdollista opettaa sekä laboratoriotöitä että teoriakurssien opetusta. Teoriakursseilla olisivat työpisteiden tietokoneet oppilaiden käytössä ja työpisteissä 2-3 opiskelijaa. Ammattiaineiden opetuksessa voidaan käyttää työpisteiden kaikkia ominaisuuksia laboratoriotöiden tekemiseen tai laitetointojen ja demonstraatioiden esittelyyn.

Etälaboraatioita varten tulee hankkia ja rakentaa sellaisia opetuslaitteistoja, jotka voidaan ohjata verkkoyhteyden päästä. Lisäksi etäopetusta varten laboratoriotöiden sisältöä ja oppimateriaaleja joudutaan muokkaamaan tai tekemään kokonaan uusia työympäristöjä verkkoon. T&K toiminnan kehittämisen kannalta laboratoriotiloihin tulee hankkia sellaisia laitteistoja ja mittausjärjestelmiä, joita voidaan hyödyntää alueen toimijoita palvelevassa T&K toiminnassa. Etälaboraatioiden toteutuksessa on huomioitava simulaatioon ja todelliseen prosessiin pohjautuvat oppimisympäristöt, opetuslaitteistot, oppimateriaalit sekä verkkoliityntätavat ja töiden suorittamisen toimintamenettelyt.

Hanke on valmistelussa ja tämä kehitystehtävän tarkoitus on tukea valmistelutyötä. Hankkeen toteutuminen vaatii myönteisen rahoituspäätöksen. Hankkeessa laiteinvestoinnit, oppimisympäristöjen toteuttamiset, koulutukset ja käyttöönotot on tarkoitus tehdä 2011 ja

2012. Hankesuunnitelmaan kirjataan yksityiskohtaisesti projektin aiottu työvaiheet ja tehtävät.

5.3.3. RMM-etävalvomo

Tavoite

Hankkeen tärkeimpänä tavoitteena oli kehittää Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun uuteen T&K-taloon etävalvomo. Tavoitteena oli hankkia kalusteet, tietokoneet, näytöt, palvelimet, ohjelmistot, valvontajärjestelmät, kamerat ja tietoliikenneyhteydet, jotka mahdollistaisivat modernin etävalvomom toteuttamisen. Toteutettavan etävalvomom tulisi soveltua opetustoimintaan, kursseihin, laite- ja järjestelmädemostratioihin sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan. Etävalvomotilan tilaratkaisuissa on tavoitteena tilan muunneltavuus ja monikäyttöisyys myös tulevien hankkeiden tarpeiden ja teknologian kehittymisen mahdollistamien uusien laiteratkaisujen ja toimintamallien kannalta. Hankittavien laitteiden ja järjestelmien tulisi olla laajasti käytettyjä, jotta ne soveltuisivat mahdollisimman hyvin alueen teollisuuden prosessien, yksittäisten laitteiden ja koneiden sekä kiinteistöjen järjestelmien toiminnan ja kunnossapidon etävalvontaan ja monitorointiin. /14/

Toteutuksen alkuvaiheessa prosessiautomaation etävalvonnan demonstraatioesimerkkinä toimisi oppilaitoksen vesiprosessi, pienemmät laitteistot ja koneet sekä kiinteistöjen LVIS-järjestelmät. Tämän lisäksi laite- ja ohjelmistoratkaisuilla mahdollistetaan etävalvontatoteutuksien toteuttaminen alueen prosessiteollisuudessa, pienissä tuotantolaitoksissa, palvelusektorilla ja kiinteistöissä. T&K-toiminnalle avautuu hankkeen myötä uusi mahdollisuus niin teollisuuden kunnossapidon ja etävalvonnan alueella kuin kiinteistöjen LVIS-järjestelmien kunnossapidon, etävalvonnan ja energiankäytön seurannan alueella. Valvomoa voidaan käyttää myös videovalvonnan etävalvomona ja kunnossapidon konenäköteknikkasovellusten etävalvomona. /14/

Opetuksessa, demonstraatioissa ja T&K-toiminnassa voi etävalvomom toteutuksessa olla toiminnan kannalta keskeistä tekniset ratkaisut: laitteiden ja ohjelmistojen ominaisuudet, asentaminen, kytkeminen, konfigurointi, käyttöönotto tai vaihtoehtoisesti kerättävän toiminta-, mittaus- ja kunnossapitotiedon analysointi ja käsittely. Hankkeen tavoitteena oli myös kehittää Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun opetustoiminnan ja T&K-toiminnan välistä yhteyttä ja sitä kautta opetustoiminnan yhteyttä alueen yrityksiin ja teollisuuteen. Tavoitteena oli myös saada T&K- ja palvelutoiminnan kautta opetustoimintaan tietoa yritys- ja teollisuustoiminnan todellisista ja ajankohtaisista haasteista ja näin lisätä opettajien tietämystä sekä pitää opetusta ajantasaisena. Etävalvomossa ja sen etävalvontatoteutuksissa voidaan myös hyödyntää opiskelijavoimia esimerkiksi projekti-, erikois- ja opinnäytetöiden sekä työharjoittelun kautta. Näin yritykset saavat myös kontakteja tuleviin insinööreihin. Valmistuvan insinöörin valmiudet astua työelämään paranevat merkittävästi. /14/

Tulokset

Hankkeen tuloksena saatiin kehitettyä merkittävästi tuotantoprosessien, yksittäisten laitteiden ja kiinteistöjen järjestelmien ja laitteiden ohjauksen, seurannan, valvonnan, mittaamisen ja monitoroinnin toteutusmahdollisuuksia uusilla etävalvontaan soveltuvilla laite- ja

ohjelmistoratkaisuilla. Etävalvomon tilaratkaisusta saatiin toteutukseltaan joustava, valvomotyöpisteitä toteutettiin 6 kpl ja lisäksi opettajan työpiste soveltuu myös valvomotyöpisteeksi. Opiskelijoille ja demonstraatioita varten toteutettiin tilan keskelle muunneltava ryhmätyötila. Valvomotyöpisteissä on valvomopöytä, kaksi operaattorin/opiskelijan/tutkijan työistuinta, kaksi pc:tä näyttöineen ja 32” televisio suurempana näyttönä. Opettajan työpiste on toteutettu vastaavasti ilman suurempaa näyttöä, mutta mahdollisuudella käyttää useampaa videotykkiä, joilla saadaan toteutettua suuremmat näytöt. Valvomotilan vieressä on palvelinhuone, jonne on sijoitettu palvelimet ja niiden UPS-laitteet räkkiin, dokumentaatio ja varmuuskopiot hyllyille. /14/

Prosessiteollisuuden etävalvonnan ja ohjauksen demonstrointiin ja toteutukseen hankittiin ABB: Industrial ITx800A- ja METSO Automation-automaatiojärjestelmä, joita molempia on alueella teollisuudessa tuotannollisessa käytössä. Oppilaitoksen demonstraatiototeutukset tulivat vesiprosessin ja pienten laitteistojen ohjaukseen ja etävalvontaan. Näiden järjestelmien käytännön toteutus vaati erillisen automaatioväyläyhteyden toteuttamisen prosessiteollisuuden ratkaisujen mukaisesti. Näiden laitteistojen kenttäliityntöjen toteutukseen ovat opiskelijat osallistuneet projektitöitä tekemällä. Valvonnan ja ohjaukseen piiriin on lisätty kenttäväylään liitettviä mittauksia ja moottorilähtöjä, joilla voidaan demonstroida käytännön valvonta- ja vikatilanteita.

Yksittäisten laitteiden ja pienten laitteistojen etävalvontaan soveltuvien ohjelmoitavien logiikoiden ja valvomo-ohjelmistojen käyttöönotto tehtiin pääosin opiskelijavoimin. Opiskelijat rakensivat logikoille sopivat, niiden siirtelyn mahdollistavat, liityntäalustat tai kotelot ja ottivat ne käyttöön. Valvomo-ohjelmistojen laajempi käyttö toteutui opetuksen, oppilasprojektien ja T&K-projektien yhteydessä seuraavien lukukausien aikana, kuva 31.

Kiinteistöjen valvontaan soveltuvien järjestelmien etävalvontaohjelmistot tai etävalvomot on asennettu etävalvomotilaan ja niillä on mahdollista valvoa ammattikorkeakoulun uuden T&K-talon ja tekniikan yksikön rakennuksen kiinteistöautomaation toimintaa. Siirrettävää mittaus- ja tiedonkeruujärjestelmää käytetään mm. kiinteistöjen LVIS-laitteistojen toiminnan seurantaan ja kunnonvalvontaan.

Budjetti

KUSTANNUSSEURANTA RMM-CENTER PROJEKTI NRO 62374

KUSTANNUKSET		Budjetti	
HENKILÖSTÖKULUT	23500		
MATKAKULUT	3000	RAHOITUS	Budjetti
OSTOPALVELUT	2500	EAKR	46750
KONEIDEN JA LAITT.HANKINNAT	80000	VALTIO	46750
MUUT MENOT	1000	KUNTARAHOITUS	16500
YHTEENSÄ	110000	YHTEENSÄ	110000

Kuva 30. RMM projektin budjetti ja kustannusarvio/15/

Hankkeen budjetti oli oheisen kuva 30 mukaisesti 110 000 euroa. Etävalvomon kalusteet saatiin kiinteistön rakennus- ja kalustusbudjetista ja monipuoliset valvonta- ja ohjausjärjestelmät hankittiin projektin rahoituksella.

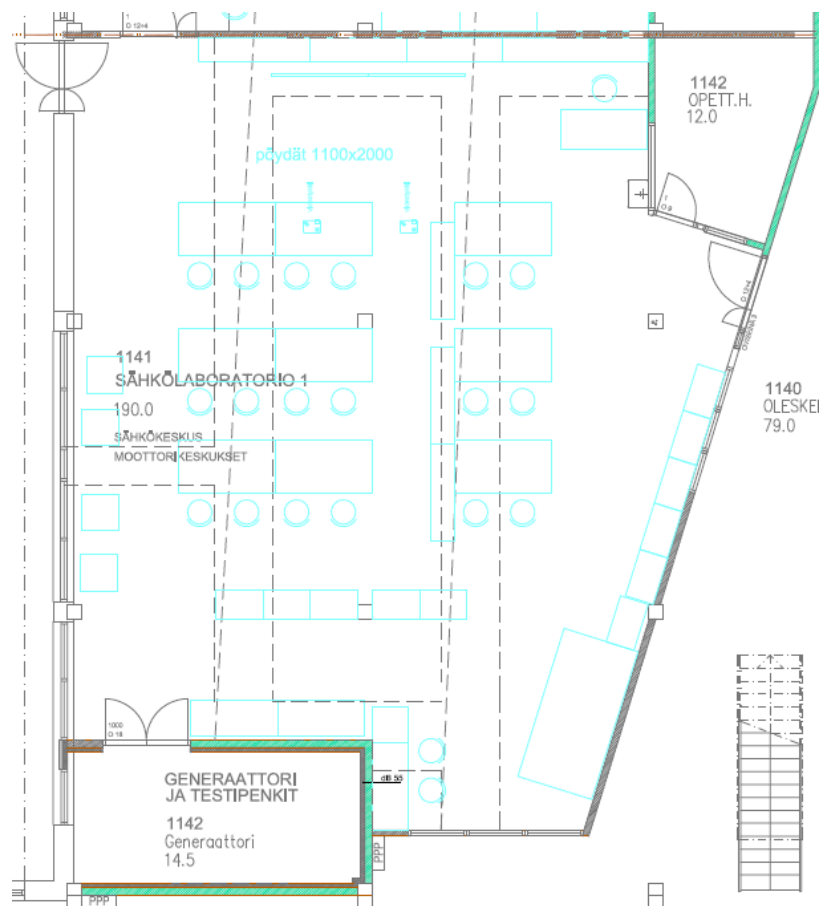


Kuva 31. Automaatiojärjestelmät (ABB, Metso) asennettuna seinälle ja oppilaiden käyttöönotettavia ohjelmoitavia logiikoita (Vision ja Autolog) asennettuna salkkuun ja puulevyllä /15/

6. SÄHKÖVOIMATEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖT

6.1. Sähkövoimatekniikan laboratoriotilat

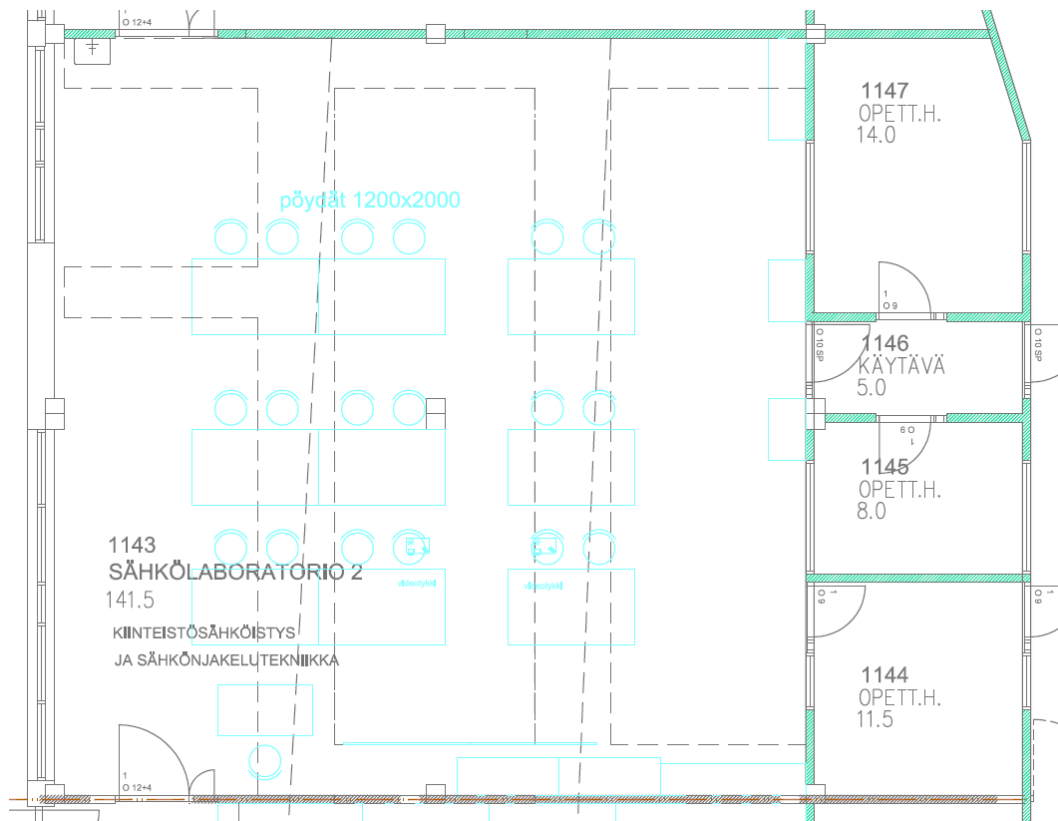
Sähkövoimatekniikan opetukseen tulee 2 kpl laboratoriotiloja, kuvat 32 ja 33. Sähkövoimatekniikan laboratoriotila 1 tulee fyysiseltä sijainniltaan pääosin nykyisen sähkövoimatekniikan laboratorion kohdalle. Tilaan sijoitetaan 9 kpl laboratoriotyöpöytä opiskelijoiden työpisteiksi. Tilaan tulee myös testahuone, johon sijoitetaan dieselgeneraattori ja sähkömoottoreiden ja -käyttöjen testauslaitteisto. Generaattorin, sähkömoottoreiden ja sähkökäyttöjen testauslaitteistojen oma ohjaus/mittaustyöpiste tulee välittömästi testahuoneen ulkopuolelle laboratorion puolelle. Testaustilan ja sähkövoimalaboratorion 1 pääasiallinen opetustarkoitus ja T&K:n ala ovat sähkönjakelutekniikka, sähkölaitosautomaatio, sähköenergian tuotanto, sähköverkon suojaus, sähkökeskukset, sähkökoneet, sähkökäytöt, sähköenergiankäyttötekniikat ja sähkövoimajärjestelmät sekä niiden ohjaustekniikka.



Kuva 32. Sähkövoimatekniikan laboratorio 1, jossa opiskellaan teollisuuden sähköistystä ja sähkökäyttöjä, sähkökoneita, sähkönjakelutekniikkaa ja sähkövoimajärjestelmiä

Sähkövoimatekniikan laboratorio 2 tulee kyseisen laboratorion viereen d-siipeen ja sen opetuksen ja T&K:n painopisteenä on kiinteistöjen sähköasennustekniikka, kiinteistöauto-

maatio ja kiinteistöjen heikkovirtajärjestelmät. Tilaa käytetään myös valaistustekniikan, tehoelektronikan ja käytännön sähköasennusten opiskeluun ja niihin liittyvään T&K-toimintaan. Luokkatilan takaseinällä, kuva 33 (kuvan yläosa), oleva alue on kokonaisuudessaan varattu heikko- ja vahvavirtasähköasennuksien toteuttamiseen ja asennusten käyttöönottoihin.



Kuva 33. Sähkövoimatekniikan laboratorio 2, jossa opiskellaan kiinteistöjen sähköasennuksia ja heikkovirtajärjestelmiä, käytännön sähköasennuksia, sähköasennusten käyttöönottoa, tehoelektronikkaa ja valaistustekniikkaa

Molemmissa laboratoriotiloissa oppimisympäristöt muodostetaan pääsääntöisesti laboratoriotyöpöydän yhteyteen. Tarkoituksena on uusia työpöydät siten, että niissä olisi oppimisympäristöjen tarvitsemat säädettävät kolmivaihe 230/400 V, 1-vaihe ja tasajännitesyötöt ja niiden vaatimat mittaukset ja kytkimet sekä työpisteen käytön vaatimat muut pistorasiat, väyläliitynnät, mittarit, kytkimet ja suojalaitteet. Tutkittavat laitteistot, koneet ja järjestelmät sijoitetaan työpisteiden työpöydille, viereisille apupöydille, laitetelineille tai muuhun tilaan. Mittalaitteista osa sijoitetaan pöytiin ja osa on normaaleja siirrettäviä mittareita.

Työpisteissä tutkitaan laitteiden toimintaa, tehdään mittauksia ja kytkentöjä, ohjelmoidaan ja määritellään esim. heikkovirtajärjestelmien asetteluja ja toimintoja, tehdään laitteiden ja järjestelmien käyttöönottoja, tehdään laiteasennuksia, sähköasennuksia, tms. Varsinaiset sähköasennukset, käyttöönottomittaukset ja -tarkastukset tehdään vahva- ja heikkosähköjärjestelmille laboratoriotilan asennusalueella, kun taas toiminnan opiskelu tutkiminen ja mittaamiset työpisteissä, esimerkki asennusalueella tehtävästä vaativammasta asennustyö-

harjoituksesta liitteessä 7. Kuvassa 34 on esimerkki uuden tyyppisestä työpöydästä, jossa on tilaa myös opetusprosesseille, esimerkiksi pneumatiikka, kuljetin tai logiikkalaitteisto.



Kuva 34. Laboratoriotyöpöydän uusi malli, jossa mahdollisuus sijoittaa opetuslaitteita, logiikoita tms. nostettavan varustusosueiden eri osiin a) yläasemassa b) yläasema eri varustus /48/, c) keskiasema /48/, ala-asemassa työtaso on tasainen

Molemmissa sähkövoimatekniikan laboratorioissa on pätevän sähkövoima-alan opettajan läsnäolo laboratoriotöiden aikana ehdoton edellytys laboratoriotöiden suorittamiselle. Sähkönsyöttö ja -suojaus laboratoriotiloissa toteutetaan siten, että valvotun laboratoriotöiden suorittamisen lisäksi tiloissa voidaan toteuttaa teoriaopetusta, jolloin laboratoriolaitteistot ja niiden sähkösyötöt ovat jännitteettömät. Tarkempi kuvaus laboratoriotilojen työ-, sähkötyöturvallisuus- ja sähköturvallisuusvaateista on standardissa SFS6000 ja opetushallituksen toimintaohjeessa sähkötöiden koulutuksessa /50/. On huomattava, että määräykset eivät koske vain sähkövoima- ja automaatiotekniikan koulutusta, liite 8.

6.2. Sähkövoimajärjestelmät ja teoreettinen sähkötekniikka

Tavoite

Sähkövoimajärjestelmien ja teoreettisen sähkötekniikan oppimisympäristöllä tarkoitetaan tässä työpöytien yhteyteen komponenteista, laitteista ja mittareista koottavia kokonaisuuksia, joita käytetään 1- ja 3-vaiheisen sähkövoimajärjestelmän ja sen toiminnan opiskeluun symmetrisessä ja epäsymmetrisessä tilanteessa samoin kuin jännitteiden, virtojen, tehojen, taajuuksien ja energioiden mittaukseen eri mittareilla, mittaustulosteilla ja analysointireilla.

Ensimmäisen vuoden sähköpiirien opetus ei tekniikan yksikössä kata sähkövoimatekniikan sähköpiirejä, vaan niiden opetus aloitetaan sähkövoimatekniikan perusteiden opintojaksolla ja niiden yhteydessä järjestettävillä sähkövoimatekniikan laboratoriotöiden opintojaksolla toisen opintovuoden syksyllä. Tällöin on ehdottaman tärkeäksi koettu oppimisen kannalta teorian, laskujen, käytännön kytkentöjen ja mittausten yhdistäminen. Vuosien kuluessa on aihepiirin opiskelussa tehty erilaisia laboratoriotöitä sähkövoimatekniikan laboratoriossa (230/400V jännite), esimerkiksi:

- 1- vaihesähköpiiri (230 V, 400 V tai 0-300 V DC)
- sähköpiirien impedanssien mittausten menetelmät
- sarja- ja rinnakkaisresonanssi- ja yliaallot
- symmetrinen kolmivaihejärjestelmän (tähti/kolmiokytkennät, virran, jännitteen, tehon, energian) mittaukset erilaisilla resistiivisillä, kapasitiivisillä ja induktiivisillä kuormilla ja niiden yhdistelmillä
- vastaavat epäsymmetrisellä verkolla ja myös eri jakelujärjestelmillä
- kolmivaihejärjestelmän vikatilanteet ja eri vikojen vaikutukset mittaustuloksiin
- sähkövoimajärjestelmän suojaus
- tutustuminen sähkökeskuksiin ja niiden rakenteisiin
- sähkömoottorien käynnistys ja ohjaus pienlogiikalla
- taajuusmuuttajaan tutustuminen.

Opetuslaitteistot

Sähkönsyöttö voidaan ottaa työpöydästä suoraan tai erillisen muuntajan välityksellä. Lisäksi mittaukset saattavat vaatia erillisiä virta- ja jännitemuuntajia. Kytkentöjen tekoon tarvitaan johtimia, muuntajia, kaapeleita, kytkimiä, katkaisijoita, kontaktoreita, sulakkeita, lämpöreleitä ja apureleitä. Kuormituslaitteina on tyypillisesti aseteltavia, moniportaisia tai säädettäviä vastuksia, keloja ja kondensaattoreita sekä tarvittaessa aktiivilaitteita, kuten sähkömoottorit, tasasuuntaajat, valaistusjärjestelmät tms. Piirien tutkimisessa ja analysoinnissa tarvitaan lisäksi analogisia ja digitaalisia yleismittareita, tehomittareita, energiamittareita, tarkkuusmittalaitteita, mittausspihtejä, mittaussilloja ja erilaisia analysointilaitteita.

Tällä hetkellä oppimisympäristön laitekanta on peräisin 1980-luvulta lukuun ottamatta osaa yleismittareista, osaa energiamittareista ja analysointilaitteista. Lisäksi nykyisellään jäljellä olevien laitteistojen lukumäärä on liian vähäinen ja kunnoltaan huono. Oppimisympäristön ajan tasalle saattaminen ja kehittäminen vaatii laajan laitteisto- ja mittaustulostekniikan investointien.

toinnin, jossa korvataan osa vanhentuneista laitteista ja hankitaan riittävästi uusia mittalaitteita ja komponentteja.

6.3. Sähköenergian tuotanto

Tavoite

Sähköenergian tuotannon oppimisympäristön tavoitteena on antaa opiskelijoille realistinen käsitys sähkögeneraattorin toiminnasta, päto- ja loistehosta, sähköenergian tuotannosta, kunnossapidosta sekä sähkögeneraattorin suojauksesta, säädöstä ja kytkennästä sähköverkkoon. Tyypillisiä opiskeltavia aihepiirejä laboratoriotöiden muodossa olisivat:

- dieselgeneraattorin huolto-ohjelma ja huoltotoimenpiteet
- dieselgeneraattorin käyttö tahdistettuna yleiseen sähköverkkoon
- dieselgeneraattorin saarekekäyttö
- generaattorin magnetoinnin, suojauksen säätöjen ja toimintarajojen tutkiminen
- 1-vaiheisen generaattorin toiminta, jännitteenkäyrämuoto ja kuormitettavuus
- tuulivoimageneraattorin toiminta, kytkentä, säätö, suojaus ja testaus (verkkoon liitettynä ja omana verkkona)
- aurinkosähköjärjestelmän sähköntuotanto- ja käyttöominaisuuksien tutkiminen
- tasasähkögeneraattorin ominaisuuksien tutkiminen
- sähköön varastointi akustoihin ja sähköntuotanto akustoista (vanhat ja uudet paristotekniikat sekä tehoelektronikka).

Opetuslaitteistot

Opetuslaitteina on tarkoitus käyttää noin 50 kVA:n dieselgeneraattoria, jonka avulla opiskeltaisiin sähköä tuottavan voimalaitoksen peruseräatteen ja toiminta, liityntä sähköverkkoon, suojaukset, käynnistys/pysäytys, tahdistus yleiseen verkkoon, saarekekäytön vaatimukset ja erilaiset kuormitusmahdollisuudet sekä kunnossapitotoiminta. Tämän esimerkilaitoksen lisäksi opetuskäyttöön tulisi pienempiä generaattoreita (mm. erilaisia tuulivoimageneraattoreita), aurinkosähköjärjestelmä, pieniä varavoimakoneita ja tasasähkögeneraattori. Näitä käytetään muiden sähkötuotantotapojen opiskeluun (uusiutuva sähköenergiatuotanto) ja varavoiman tuotantovaihtoehtojen opiskeluun sekä sähköön laadun mittaussessa.

6.4. Sähkön siirto- ja jakelutekniikka

Tavoite

Sähkön siirto- ja jakelutekniikan oppimisympäristö sisältää alan teoreettista opetusta tukevat laitteistot, laitteet, komponentit ja tietotekniset järjestelmät. Nykyisestä laitekannasta osaa voidaan käyttää myös jatkossa, mutta oppimisympäristön kehittäminen vaatii laajat investoinnit. Tavoitteena on kehittää sähkönjakelutekniikan oppimisympäristöstä eturivin oppimisympäristökokonaisuus. Oppimisessa on myös tärkeä nähdä tavoitteena prosessiteollisuuden sähkönjakelun, sähkölaitosten sähkönjakelun ja kantaverkon sähkön-

siirron ominaispiirteet, toteutustavat ja eroavaisuudet mitoituksessa. Tyypillisiä sähköjakelu- ja siirtotekniikkaan liittyviä laboratoriotöiden aihepiirejä ovat:

- suojareleen ominaisuudet, asettelut, kytkennät ja kojeistolähdön toiminnan testaus erilaisissa sähköverkon suojaustapauksissa, kuten generaattori, moottori, teollisuusmuuntaja, kompensointiparisto, kiskosuojaus, päämuuntaja, sähkölaitoksen johtolähtö (kaapeli ja avojohto), suurjänniteverkon siirtojohto, tms.
- katkaisijoiden, erottimien, erotinasemien, vikailmaisimien, suojareleiden ja mittaus-ten toteutus ja liittäminen sähkölaitosautomaatiojärjestelmään
- sähköjakeluverkon suunnitteluohjelmien käyttö
- loistehon kompensointi, sarja- ja rinnakkaiskondensaattorit
- siirtoverkon- ja jakeluverkon jännitehäviöt ja lämpenämittaukset
- sähkökojeiston käyttö- ja huoltotoimenpiteet
- katkaisijoiden kunnan ja toiminnan mittaukset
- vikatilanteiden ilmaisu ja toiminta vika- ja häiriötilanteissa
- sähköenergian, tehojen, jännitteiden, virtojen, sähkön laadun, sähkökatkosten mittaus, mittauskytkennät, mittauslaitteet ja raportointi
- sähkölaitoksen valvomo ja sen toiminnot.

Opetuslaitteistot



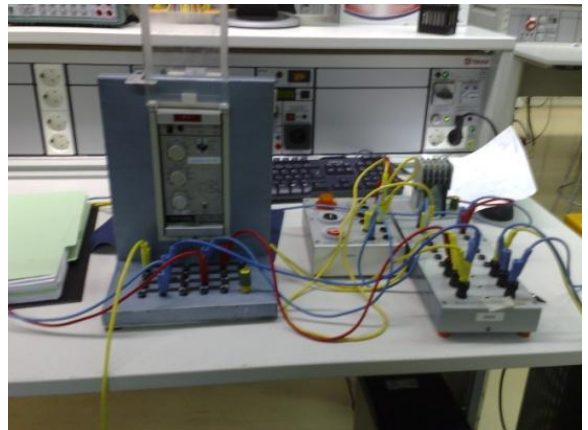
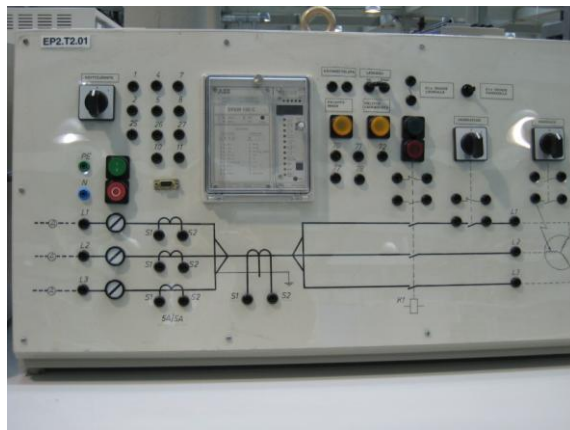
Kuva 37. Sähkölaitoksen valvomon toiminnan oppimisympäristö, jossa valvomo-ohjelmistot, keskijännitekojeisto ja kauko-ohjattava erotinasema (VAMK). Kuva on otettu sähköalan amk-opettajien koulutuspäivillä Vaasassa

Opetuslaitteistoa tulisi täydentää huomattavasti nykyisestä. Sähköjakelu- ja siirtotekniikan sekä toiminnan suojauksen, valvonnan ja ohjauksen opiskelu vaatii selkeän laitekoko- naisuuden hankinnan. Kojeston (20 kV, 5 kennoa) hankinta antaisi mahdollisuuden opet-

taa käytännössä sähköverkon kojeiston toimintaa paikallisohjauksessa ja kauko-ohjauksessa sähkölaitosautomaation välityksellä valvomosta. Tällöin voidaan opiskella kaikki tyypilliset sähköjakeluverkon käyttö- ja huoltotoimenpiteet ja tapahtumat teoriassa ja käytännössä. Kojeistoon tulisivat kennot päämuuntajalle, mittaukselle, moottorille (teollisuuskojeiston toteutustavalla), generaattorille (testahuoneessa) ja johtolähdölle.

Johtolähtöön kuormaksi sijoitettaisiin nykyinen kauko-ohjattava erotinasema ja muuntamo. Kojeistoa olisi mahdollista ohjata paikanpäällä ja sähkölaitosvalvomosta. Kojeiston toteutusvaihtoehtoja on selvitetty opinnäytetyönä ja suunnitellun toteutuksen yksi pääkaaviovaihtoehto on esitetty liitteessä 9 /38/. Esimerkki keskijännitekojeiston ja sähkölaitosautomaation oppimisympäristöstä on esitetty kuvassa 37.

Suojareiden opetus vaatii käytännössä opetuslaitetoteutuksen, jossa eri valmistajien suojareita voidaan liittää lähtömalliin, jossa on toteutettu katkaisijan ohjauspiiri, virta- ja jännitemittaukset, kuormituslaitemalli ja vianmuodostus. Käytännössä tällainen oppimisympäristö voidaan toteuttaa yhtenä pakettina tai kolmessa osassa, jolloin suojarele, lähtö ja kuorma/vikamalli ovat erillisiä johtimin liitettäviä koteloita. Esimerkki tällaisesta suojareiden toiminnan, asettelun ja testauksen opetuslaitteesta on oheisessa kuvassa 38.



Kuva 38. Suojareleen asettelujen ja toiminnan testauksen opetuslaite (VAMK) ja osista rakennettu (KTAMK)

6.5. Sähkön laatu

Tavoite

Tavoitteina ovat sähkön laadun mittauksen, sähkön laatuun vaikuttavien tekijöiden, sähköverkon häiriöiden ja häiriöitä aiheuttavien laitteiden oppiminen niin teoreettisesti kuin käytännön esimerkkien avulla. Teollisuuden, sähköjakeluverkkojen ja kiinteistöjen sähkönlaatu ja tyypilliset häiriöiden aiheuttajat ovat myös keskeisiä tämän oppimisympäristön kannalta. Tyypillisiä laboratoriotöiden aihepiirejä ovat:

- sähkönlaadun mittaus yliaaltomittareilla tai sähkönlaatuanalyysaattorilla kolmivaiheverkosta (laboratoriotilassa) normaalissa tilanteessa ja kun häiriötä aiheutetaan tarkoituksella eri menetelmillä
- sähkönlaadun mittaus analyysaattorilla kolmivaiheverkosta seurantamittauksena
- yliaaltojen mittaus eri kuormilta, kuten energiansäästölamput, hakkuriteholähteet, säätimet, kodin elektroniikka, taajuusmuuttajat
- sähkönlaadun mittaus 1-vaiheisena esimerkiksi opiskelijan kotona
- kytkentäilmiöiden (sähkomoottorin käynnistys, muuntajan kytkentä,...) mittaus ja vaikutus muualla heikossa ja vahvassa sähköverkossa
- loistehon säätimen toiminta
- yliaaltosuodattimen toiminta
- sähkön kulutuksen mittaus ja mittausmenetelmät.

Opetuslaitteistot

Opetuslaitteina käytetään osin muiden oppimisympäristöjen laitteita. Tutkittavia laitteita, kuten energiansäästölamput, loistelamput, valoledit, taajuusmuuttajat, käytetään muissa oppimisympäristöissä ja sähkön laadun tutkimuksessa niitä voidaan laboratorioympäristössä hyödyntää. Opetuksen kannalta on keskeistä sovitaan yhteen eri oppimisympäristöjen tarpeet sitten, että niihin hankittuja laitteita voidaan käyttää sähköverkon laatumittauksissa ja laitteiden aiheuttamien häiriöiden analysoinnissa.

Sähkön laadun mittauksen kannalta on oleellisia laboratorioon soveltuvien mittauslaitteiden ja oppimisympäristöjen toteutus sekä niihin liittyvän palvelu- ja T&K-toiminnan kannalta hyödynnettävien mittaus- ja analysointilaitteiden hankinta. Parhaimpia opetuksen kannalta ovat laitehankinnat, joita voidaan käyttää laboratorioympäristössä, opinnäytetoissa, projektitoissa, palvelutoiminnassa ja T&K-hankkeissa. Mittauslaitteiden hankinta on syytä kohdistaa alueen teollisuuden, sähköjakelulaitosten ja kuluttajien (kauppakeskukset, liikekiinteistöt, pienteollisuus, piensähköntuotanto, kerrostalot, omakotitalot, maatilat, kesämökkit) tarpeisiin soveltuvaksi. Tällä osa-alueella, huomioiden lisäksi energiankulutuksen mittaamisen ja säästöpotentiaalien kartoituksen, ei ole mitään syytä unohtaa toiminnan näkyvyyttä ja mainosarvoa oppilaitoksen kannalta.

6.6. Sähkökoneet

Tavoite

Sähkökoneiden opetuksen tarkoituksena on muuntajien ja pyörivien sähkömoottoreiden, generaattoreiden ja erilaisten erikoismoottoreiden ominaisuuksien, toiminnan ja käytön oppiminen. Sähkökoneiden oppiminen on oleellista sähkövoimatekniikan alalla ja eräitä tyypillisiä sähkökoneiden laboratoriotyöaiheita ovat seuraavat:

- yksivaiheisen muuntajan ominaisuudet, kuormitus, suojaus ja häviöt
- kolmivaihemuuntajan kytkentävaihtoehdot ja eri kytkentöjen käyttötarkoitukset
- 3-vaihemuuntajan ominaisuudet, kuormitus, suojaus ja häviöt
- muuntajien rinnankytkentä
- kolmivaihemuuntajan kytkentävaihtoehdot ja epäsymmetrinen kuormitus

- oikosulkumoottorin ympyrädiagrammi
- oikosulkumoottorin kytkentä- ja suojauslaitteet, käynnistystavat ja moottorin tuottama momentti
- epätahtimoottorin häviöt
- liukurengasmoottorin ominaisuuksien tutkiminen
- oikosulkumoottorin ominaisuudet taajuusmuuttajakäytössä
- oikosulkumoottori ja pehmokäynnistin
- servomoottorityypit ja niiden ominaisuudet sekä säätöratkaisut
- 1-vaiheiset erikoismoottorit
- tasasähkömoottorityypit, käyttökohteet ja ominaisuudet
- tahtimoottorin käynnistys, magnetointi, häviöt, käyttö ja kuormitettavuus
- PM-moottorit
- sähkömoottoristandardit ennen ja nyt: hyötysuhteen määrittäminen
- tahtigeneraattorit
- tasasähkögeneraattorit
- lämpökamera sähkökoneiden kunnonvalvonnassa
- värähtelymittaukset pyörivien koneiden kunnonvalvonnassa
- akustinen emissio, öljyanalyysit, tms. muuntajien kunnonvalvonnassa.

Opetuslaitteistot

Erilaisia sähkökoneita on tekniikan yksikössä viimeisen parinkymmenen vuoden ajalta. Oleellinen puute on se, että nykyiset sähkömoottorit ovat teholtaan pieniä ja suurempi tehoisille moottoreille ei ole kuormitusmahdollisuuksia. Tavoitteena on saada testaustilaan sähkömoottoreille ja sähkökäyttöille testaus- ja koestusolosuhteet, joissa tutkittavien sähkömoottoreiden, sähkögeneraattoreiden ja sähkökäyttöjen maksimiteho kasvaisi oleellisesti nykyisestä muutamasta kilowatista. Käytännössä sähkökoneiden ominaisuuksien tutkimisen kannalta on oleellista saada testattavien ja tutkittavien sähkömoottoreiden ja -käyttöjen teho nousemaan vähintään 5,5 - 15 kW:n teholuokkaan, jolloin mittauksissa on opetusmielessä erotettavissa sähkökoneiden eri ominaisuudet ja toisaalta mittaus- ja testausympäristöjä voidaan hyödyntää myös palvelu- ja T&K-toiminnassa. Käytännössä T&K-toiminnan kannalta on syytä miettiä myös hieman suurempien sähkökoneiden koestus- ja testaustarpeita.

Tärkeää opetuksen ja T&K toiminnan kannalta on hankkia uusia sähkömoottoreita, uusien standardien mukaisia sähkömoottoreita (vanhojen lisäykseksi), suurempitehoisia sähkömoottoreita, erikoismoottoreita, sähkökäyttöjä ja niiden vaatimia liityntä- ja ohjauslaitteita, jotta opiskelijat voisivat oppia prosessiteollisuuden, kappaletavara-automaation ja kiinteistöjen tarvitsemien sähkökoneiden ominaisuudet, ohjaustavat ja toiminnan.

Sähkömuuntajien ominaisuuksien tuntemista on syytä nykytilanteessa kohottaa aiemmasta, koska varsinaisten sähköverkon muuntajien lisäksi erilaisia laitemuuntajia on nykyisin käytössä todella runsaasti. Monien muuntajien osalta ominaisuuksien, häviöiden ja lämpenemän mittaus ja testaus voisi osoittaa mitoitusperusteiden ja sähköturvallisuuden kannalta oleellisia huomioitavia ja opittavia asioita.



Kuva 39. Sähkökoneiden ja sähkökäyttöjen oppimisympäristöjä

6.7. Sähkökäytöt

Tavoite

Sähkökäyttöjen valinnan, mitoituksen ja ominaisuuksien ymmärtämien teollisuuden ja kiinteistöjen sähkön käyttökohteiden yhteydessä ovat oppimisympäristöjen toteutuksen tavoite. Taajuusmuuttajan valinta, mitoitus ja toiminta, tasavirtakäytöt, servokäytöt ja erikoisratkaisut ovat oppimisympäristön toteutuksen tyypilliset sovellusalueet. Tyypillisiä laboratoriotoita ovat esimerkiksi:

- taajuusmuuttajan käyttöönotto ja toiminnan tutkiminen
- taajuusmuuttaja ja oikosulkumoottori yhdistelmän kuormitettavuuden tutkiminen eri kuormatyypeillä
- taajuusmuuttajan ohjaussovellukset ja eri ohjausmenetelmät
- moni/linjamoottorikäytön ominaisuuksien ja toiminnan tutkiminen
- tasasähkökäytön kuormitettavuus, käyttöominaisuudet ja ohjaustavat
- servokäytön kuormitettavuus, käyttöominaisuudet ja ohjaustavat
- perinteinen ja nykyaikainen tahtikonekäyttö
- muiden valittujen sähkökäyttöjen ominaisuudet ja tutkiminen
- pehmokäynnistimen käyttö ja ominaisuudet
- hybridikäytöt, jarrutus, tms. energian lataus akustoon

- älykkäät moottorikäynnistimet sähkömoottorikäyttöjen ohjauksessa ja valvonnassa
- taajuusmuuttajan testauslaitteisto
- sähkömoottorin testauslaitteisto
- sähkökäytön vaikutus sähköverkkoon (jännitteen vaihtelu ja sähkönlaatu).

Opetuslaitteistot

Testaustilan yhteyteen järjestetään sähkökoneiden testauksen lisäksi mahdollisuus sähkökäyttöjen, kuten taajuusmuuttajat ja servokäytöt, ominaisuuksien ja toimintakunnon testaukseen. Teholuokan (ainakin 15 kVA, mahdollisesti noin 100 kVA) lisäksi täytyy huomioida testattavien sähkökäyttöjen nimellisjännitteet, jotka vaihtovirtakäyttöillä ovat tyypillisesti 230-690 V. Tasavirtakäyttöjä on nykyisellään huomattavasti vähemmän, mutta niiden testausmahdollisuudet on huomioitava teollisuuden ja sähköautojen kannalta samoin kuin kestopäinnettöjen tahtimoottoreiden testaus. Testausympäristön toteutuksessa on keskeistä tuotetun sähkötehon syöttäminen takaisin sähköverkkoon, sähkötehon syöttöakustoon, pyörimisnopeusalueen laajuus, tehon/momenttialueen kasvattaminen nykyisestä, mittausraporttien toteuttaminen sähköisinä ja uusien standardien huomiointi.

Taajuusmuuttajien, pehmokäynnistimien ja erilaisten sähkömoottoreiden testausten kannalta talvella 2009-2010 suoritettu teollisuuden testauslaboratorioiden (ABB Vaasa, ABB Pitäjänmäki) ja ammattikorkeakoulujen sähkövoimalaboratorioiden tutustuminen lisäsi monipuolisten testausmahdollisuuksien rakentamisen tärkeyttä ja toi toisaalta esille erilaisten mekaanisten asennus- ja kytkentäratkaisujen tärkeyden toimivan testaus- ja koestustoiminnan kannalta. Sähkömoottoreiden, taajuusmuuttajien ja sähkökäyttöjen testausta varten tulee hankkia oppimisympäristön laitteiden lisäksi toimiva ohjelmistokokonaisuus.

6.8. Opetusprosessit ja -laitteistot

Tavoite

Opetusprosessit luovat realistisemmän kuvan ja käsityksen sähkövoimajärjestelmien käyttökohteista, ominaisuuksista ja toiminnasta ja ne ovat tarpeen oppimisedellytysten ja motivaation parantamiseksi.

Opetuslaitteistot

Opetusprosesseina on nähtävissä perinteiset sähkövoimatekniikan laboratorioihin tarkoitettut opetuslaitteistot. Sellaisia ovat mm. erilaiset sähkökoneiden kuormituslaitteet, verkkomallit, sähkögeneraattori/moottoriyhdistelmät, tehoelektroniikkalaitteistot, jotka on valmistettu nimenomaisesti opetuskäyttöön. Laitteistoille on valmiita työohjeita ja niiden avulla voi tehdä erilaisia mittauksia ja toimintatestauksia, mutta realistista kuvaa käytännön laitteista ne eivät anna.

Niiden lisäksi ovat tarpeen erilaiset teollisuuden, kiinteistöjen ja sähkönjakelun kaupallisten komponenttien ja laitteistojen yhdistelmät, jotka antaisivat konkreettisemmän käsityk-

sen sähkövoimajärjestelmistä ja laitteista sekä tarjoavat käytännön työelämää vastaavia oppimistilanteita.

Tällaisten käytännön oppimisympäristöjen tulee perustua sellaisiin oikeasti alalla käytettäviin komponentteihin, laitteisiin ja niiden yhdistelmiin, joiden avulla opiskelijalla on mahdollisuus oppilaitoksen laboratoriossa rauhassa ja ohjatusti tutustu laitteisiin, mittareihin, työvälineisiin, järjestelmiin ja kokonaisuuksiin, joita hän kohtaa työelämässä. Tällaisia opetuslaitteistoja, opetusprosesseja ovat esimerkiksi:

- rikosilmoittimen ja siihen liitettävien komponenttien asennus, ohjelmointi, käyttöönotto ja toiminnan testaus
- antenneja, vahvistimia, kaapelia, työvälineitä, tv- ja mittalaitteita todellisen antenniverkon toteuttamiseksi (suunnittelu, laskenta, toteutus ja mittaus)
- yleiskaapeloinnin IT-keskus, aktiivilaitteita, yleiskaapelia, liitäntäkomponentteja, työvälineet ja mittauslaitteet järjestelmän käyttöönottoon
- kiinteistöautomaatiojärjestelmä, johon voidaan integroida muita järjestelmiä ja jolla ohjataan todellista LVI-järjestelmää
- käytännön sähköasennukset: valaistus- ja pistorasiaryhmien toteuttaminen käytännössä (suunnittelu, komponenttivalinta, asennustyö ja käyttöönottomittaukset)
- käytännön sähköasennukset: sähkölämmitysryhmien (patteri-, lattia-, infra-, erikois- ja kattolämmittimet) toteuttaminen käytännössä (suunnittelu, komponenttivalinta, asennustyö, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus)
- käytännön sähköasennukset: keittiön tyypillinen sähköistys (suunnittelu, komponenttivalinta, asennustyö, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus)
- sähkömoottorikäytön toteuttaminen: keskuskomponentit, ohjauskaapelointi, päävirtapiirin kaapelointi, taajuusmuuttajan asennus, turvakytkimen asennus, sähkömoottorin asennus
- sähkökeskuksen, sähkölämmittimien ja niiden ohjausjärjestelmän suunnittelu, asennus, käyttöönotto ja toiminnan testaus
- kaupallisia kiinteistöjen sähkökeskuksia, eri mittausratkaisuilla ja myös eri älykkäillä ohjaustavoilla
- teollisuuden sähkömoottorikeskukset: oikeiden sähkökeskusten käyttö sähkömoottoreiden testaukseen ja ohjaustekniikan (esim. logiikat) opiskeluun
- kaupalliset kaapelitutkat, -paikantimet ja niiden käyttö esim. ulkotiloissa
- kaupalliset bensa- ja dieselgeneraattorit, kytkentätavat, käynnistys-, kuormitusominaisuudet ja sähkönlaadun mittaus
- valaisimet ja eri lampputyypit, valaisimien ja lamppujen valaistus- ja sähkötekniisten ominaisuuksien tutkimiseen
- valikoima valaisimien kaupallisia ohjaus- ja säätölaitteita, langallisia ja langattomia
- valikoima erilaisia lämmittimiä, kiuas, IR, sähköpatteri, tms, voidaan käyttää myös kuormituslaitteina
- kaupallisia taajuusmuuttajia ja sähkömoottoriyhdistelmiä, joita voidaan kuormittaa opetusvaa'an lisäksi todellisilla prosessilaitteilla, kuten pumppu, kuljetin, hissi, nostolaite ja puhallin
- kaupallisesti myytäviä, mittaus, testaus- ja analysointilaitteistoja opetusprosessien tutkimiseen ja mittauksiin.



Kuva 40. Opetusprosessit: a) Sähkömoottorilähtö b) Ouman EH60, sähkökeskus, sähköpatterit tms. (liite 7) monimutkaisempana kokonaisuutena

6.9. Sähkökeskukset

Tavoite

Teollisuuden ja kiinteistöjen sähkökeskusratkaisujen, toteutustapojen ja ominaisuuksien tutkiminen ovat tavoitteena niin suunnittelun, käyttöönoton, asennus/muutostyön kuin käytön kannalta. Sähkökeskusten osalta on monenlaisia oppimistavoitteita ja sähkökeskuksia käytetäänkin mm. seuraavanlaisissa laboratoriotöissä:

- sähkökeskusten rakenne, kojeet ja asennusratkaisut
- sähkökeskusten huolto- ja käyttötoimenpiteet
- sähköasennusten käyttöönottomittaukset
- sähkökeskuksen asennus ja käytännön sähköasennusten eri asennustehtävien suorittaminen
- energiamittauksen ja sähkönkäytön analysaattorin kytkeminen keskuksen
- sähkömoottorilähdön ohjaus ohjelmoitavalla logiikalla (mm. suora moottorilähtö, suunnanvaihtolähtö, taajuusmuuttajalähtö, pehmökäynnistin), toiminnan testaus (käyntitiedot, kenttävika, keskusvika, käynnistyshälytys tms.)
- sähkömoottorilähdön kojeiden keskinäinen mitoitus, suojausperiaate, kojevalinta, suojausten toiminnan testaus kuormittamalla
- syöttö- ja mittauskentän toteutus ja toiminta (teollisuuden ja kiinteistöjen keskuksia)
- perinteiset ja väyläohjatut keskusten kojeet ja ohjaukset.

Opetuslaitteistot

Teollisuuden sähkökeskukset ovat yleensä syöttö- ja mittauskentällä varustettuja yksikkölähtökeskuksia. Ohjaustapa ja kojevalinnat perustuvat SFS käsikirja16 esitettyihin perusratkaisuihin. Käytännössä opiskelijoilla olisi syytä olla nähtävissä ja käytettävissä sähkökeskus tai keskuksia, joissa on esillä perinteisiä 230 V:n moottorilähtöjä, automaatiojärjestelmästä perinteisillä välireleillä ohjattuja ja uusimpana väyläohjattuja moottorilähtöjä.

Tekniikan yksiköllä on perinteisen 230 V:n ohjaustavan keskus 1980-luvun lopulta ja automaatiojärjestelmästä välireleillä ohjattava keskus 1990-luvun puolesta välistä. Näitä tulisi täydentää sähkökeskuksella, jossa ohjaukset olisi toteutettu älykkäillä liitäntälaitteilla ja väylillä. Keskuksessa tulisi olla opetustavoitteiden johdosta ainakin kahta väyläratkaisua ja tilaa myöhemmille laajennuksille, jotka voitaisiin toteuttaa oppilastöinä.

Kiinteistöjen sähkökeskukset ovat tekniseltä toteutukseltaan teollisuuden sähkökeskuksista poikkeavia. Suuremmista kiinteistökeskuksista oppilaitoksen oma kiinteistöverkko (teollisuuskeskusten ohella) tarjoaa erinomaisen esittely- ja tutustumismahdollisuuden, joten laboratorioissa voidaan keskittyä pienempien sähkökeskusten (pientalot) opiskeluun. Kiinteistö-sähköpuolella on huomioitava, eri energianmittaustapojen lisäksi älykkäät sähköasennukset. Tämä tarkoittaa erilaisten kiinteistöväylien, kuten EIB/KNX, erilaisten älykkäiden keskusratkaisujen, kuten IHC ja yleiskaapeloinnin (IT-keskukset) huomiointia opetuksessa käytettävien kaupallisten keskusten valikoimassa. Kiinteistöjen sähkökeskukset ovat vanhoja, joten niitä on hankittava useita, sähkömittareilla ja ilman sekä väyläohjaukseen, IHC:hen ja kotiautomaatioon soveltuvia.

6.10. Kiinteistöjen sähköasennukset

Tavoite

Kiinteistöjen sähköasennuksien suunnitteluun ja sähköasennusten määräyksien opiskeluun on insinöörikoulutuksessa perinteisesti kiinnitetty paljon huomiota. Käytännössä ammattikorkeakouluaihana on tullut esille tarve lisätä käytännön sähköasennusten ja asennustekniikoiden opiskelumahdollisuuksia, koska suurella osalla opiskelijoita käytännön kiinteistöjen sähköasennusten suorittaminen ei ole kovinkaan tuttua ja lisäksi uusi tietotekniikka ja asennusratkaisujen kehittyminen tuo lisää vaativuutta ja uusia mahdollisuuksia kiinteistöjen sähköasennusten toteuttamiselle. Tyypillisiä laboratoriotöitä ovat:

- kiinteistöjen sähkösuunnittelu ja asennusratkaisut
- käytännön sähköasennukset keskus- ja ryhmäjohtotasolla uppo- ja pinta-asennuksina
- kaapelit ja johtotiet uudis- ja saneerauskohteissa
- sähköasennusten käyttöönottomittaukset
- sähköasennusten muutostöiden suunnittelu ja toteutus
- huoltosuunnitelmat ja vianetsintä
- kuntoarviointi
- heikkovirtajärjestelmät perinteisen kiinteistö-sähköasennustyön osana.

Opetuslaitteistot

Kiinteistöjen sähköasennusten opetuksessa tarvitaan suunnitteluohjelmat, kiinteistöihin asennettavien sähköjärjestelmien komponentteja, kuten keskuksia, kojeita, johtimia ja kaapeleita sekä asennustöissä tarvittavia työvälineitä. Opiskelijaryhmiä varten tulisi olla ns. asentajien työkalupakit mittalaitteineen, jolloin opiskelijaryhmän työskentely onnistuu niin projekti- kuin laboratoriotöissä. Nykyiset työvälineet ovat riittäneet muutaman ryhmän projektitöihin ja pieniin asennustehtäviin laboratoriotiloissa, mutta laajempi järjestelmien

suunnittelun, asennuksen, käyttöönoton ja asennustarkastuksen opetus vaatii lisähankintoja.

6.11. Heikkovirtajärjestelmät

Tavoite

Kiinteistöjen sähköasennuksien suunnittelun ja sähköasennusmääräyksien opiskelusta huolimatta kiinteistöjen tietoteknisten järjestelmien, perinteisesti heikkovirtajärjestelmien opetusvälineitä on ollut vähemmän käytettävissä. Tekniikan yksikössä on tullut esille tarve lisätä kiinteistöautomaation ja heikkovirtajärjestelmien opetusta erityisesti laboratoriotöiden ja käytännön asennustöiden avulla. Järjestelmien ominaisuuksien kehittyminen ja niiden lisääntyminen asennuskohteissa luo tarpeen koulutuksen kehittämiseen. Kiinteistöjen tietotekniset järjestelmät on esitetty kuvassa 40 S2010 sähkönimikkeistön mukaisena.

<p>T TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT</p> <p>T1 VIESTINTÄ- JA TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄT</p> <p>T110 Antennijärjestelmä</p> <p>T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä</p> <p>T130 Yleiskaapelointijärjestelmä</p> <p>T140 Puhelinjärjestelmä</p> <p>T150 Ovipuhelinjärjestelmä</p> <p>T160 Lähiverkkojärjestelmä</p> <p>T2 TILAKOHTAISET KUVA- JA ÄÄNIJÄRJESTELMÄT</p> <p>T210 AV-järjestelmä</p> <p>T220 Kuvanesitysjärjestelmä</p> <p>T230 Esitysäänentoistojärjestelmä</p> <p>T240 Kuulolaitejärjestelmä</p> <p>T250 Konferenssijärjestelmä</p> <p>T260 Videoneuvottelujärjestelmä</p> <p>T3 MERKINANTO- JA KUTSUJÄRJESTELMÄT</p> <p>T310 Ovikellojärjestelmä</p> <p>T320 Varattuvalojärjestelmä</p> <p>T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä</p> <p>T340 Avunpyyntöjärjestelmä</p> <p>T350 Kutsujärjestelmä</p> <p>T360 Vuoronumerojärjestelmä</p> <p>T370 Hoitajakutsujärjestelmä</p> <p>T4 TIEDOTUS- JA NÄYTTÖJÄRJESTELMÄT</p> <p>T410 Ajannäyttöjärjestelmä</p> <p>T420 Informaatiopalvelujärjestelmä</p> <p>T430 Opastevalojärjestelmä</p> <p>T440 Säätilannäyttöjärjestelmä</p> <p>T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä</p>	<p>T5 TILATURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT</p> <p>T510 Sähkölukitusjärjestelmä</p> <p>T520 Kulunvalvontajärjestelmä</p> <p>T530 Murtoilmaisujärjestelmä</p> <p>T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä</p> <p>T550 Kameravalvontajärjestelmä</p> <p>T560 Monivalvontajärjestelmä</p> <p>T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä</p> <p>T580 Paikannusjärjestelmä</p> <p>T6 PALOTURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT</p> <p>T610 Paloilmoitinjärjestelmä</p> <p>T620 Palovaroinjärjestelmä</p> <p>T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä</p> <p>T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä</p> <p>T650 Savusulkujärjestelmä</p> <p>T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä</p> <p>T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä</p> <p>T7 VIRANOMAISJÄRJESTELMÄT</p> <p>T710 Viranomaisviestijärjestelmä</p> <p>T720 Väestönsuojeluhälyttimet</p> <p>T8 AUTOMAATIO- JA MITTAUSJÄRJESTELMÄT</p> <p>T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä</p> <p>T820 Tuotannon automaatiojärjestelmä</p> <p>T830 Käyttöveden mittausjärjestelmä</p> <p>T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä</p> <p>T850 Lämmön mittausjärjestelmä</p>
--	--

Kuva 40. Kiinteistöjen tietoteknisiä järjestelmiä

Tyypillisiä kiinteistöjen tietoteknisten järjestelmien laboratoriotyöaiheita ovat:

- yleiskaapeloinnin toimintakunnon mittaus
- yleiskaapeloinnin suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- rikosilmoitinjärjestelmän ohjelmointi ja toiminnan testaus
- rikosilmoitinjärjestelmän suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus

- video/kameravalvontajärjestelmä suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- antennijärjestelmän suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- äänentoistojärjestelmän suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- paloilmoitin- ja palovaroitinjärjestelmien komponentit ja järjestelmien toiminta
- kiinteistöautomaatiojärjestelmän ominaisuudet ja toiminta sekä valvomot
- LVI-laitteistojen ohjaus- ja hälytysmenetelmät
- valaistuksen ohjaus ja säätö (langaton, langallinen)
- KNX/EIB- ja LON-väyläohjaus
- älykkäät sähkökeskukset ja kotiautomaatio
- eri järjestelmien integrointi kiinteistöautomaatiojärjestelmään
- kulunvalvontajärjestelmät, ovienlukitusjärjestelmät ja järjestelmäintegraatiot
- jne.

Opetuslaitteistot

Nykyisellään opetuslaitteina on käytettävissä yleiskaapelointijärjestelmä, antennijärjestelmä, rikosilmoitinjärjestelmä ja kiinteistön ohjausjärjestelmä. Opetusvälineistö tulee laajentaa selkeästi niin laitteiden, komponenttien, väylien kuin mittaustaitteistojen osalta. Järjestelmiä ja niiden komponentteja tulee hankkia toiminnan tutkimiseen ja niiden asennus- ja käyttöönotto tehtävien opiskelua varten. Tietoteknisten järjestelmien osalta hankittavaksi tulee mm. kiinteistöautomaatiojärjestelmä, kulunvalvontajärjestelmä, äänentoisto-, rikosilmoitin-, antenni-, yleiskaapelointi-, palovaroitinjärjestelmiä ja niiden komponentteja, kaapeleita ja tarvittavia mittaus- ja työvälineitä. Samoin tarvitaan pienempiä kokonaisuuksia, kuten sähkölukkoja, ovipuhelinjärjestelmiä, tms. harkinnan mukaisesti.

Kiinteistö- ja kotiautomaatio edellyttää myös kiinteistöissä käytettyjen langallisten ja langattomien väylien hankintaa (KNX/EIB, LON,...) ja tarvittavien väyläkaapeleiden, paneelien, anturien, kytkimien, valaisimien, toimilaitteiden, keskusyksiköiden ja ohjelmistojen hankintaa.

Opetusvälineiden hankinnassa ja määrittelyssä on huomioitava, että niitä käytetään sekä järjestelmien toiminnan ohjelmointiin ja testaukseen työpisteissä että järjestelmien suunnittelu-, asennus- ja käyttöönotto tehtäviin käytännön sähköasennustyöalueella.

6.12. Käytännön sähköasennukset

Tavoite

Teoriaopetusta tukee käytännön laboratoriotyöt ja niiden laajentaminen on jo 1990-luvulla tehty käytännön asennusten suuntaan erillisten projekti- eli erikoistöiden muodossa. Nämä opinnot ovat yleensä sisältäneet suunnittelua, asennustöitä ja käyttöönottoimenpiteitä normaalin dokumentoinnin ja raportoinnin lisäksi. Myöhemmin on lisäksi aloitettu käytännön sähköasennukset opintojakson toteuttaminen joko ammattiopiston tai ammattikorke-

koulun tiloissa. Tavoitteena on kiinteistöjen sähköasennuksiin perehtymisen lisäksi tutustua teollisuuden sähköasennuksiin ja mahdollisuuksien mukaan sähkölaitosasennuksiin.

Opetuslaitteistot

Käytännön sähköasennusten opiskelumahdollisuudet paranevat, kun remontissa saadaan käyttöön toinen sähkövoimalaboratorio, johon saadaan omat tilat sähköasennustöiden suorittamiseen. Tilassa on mahdollista tehdä pieniä ryhmätason ja järjestelmätason asennusharjoituksia, joihin opintojen vaiheesta riippuen voidaan sisällyttää suunnittelua, asennustöitä, käyttöönotto-, tarkastus- ja testaustehtäviä. Nykyisen opetusvälineistön lisäksi on hankittava useamman työryhmän tarvitsemat työvälineet, mittalaitteet ja asennustarkastuksien vaatimat mittalaitteet. Asennustehtäviä varten tarvitaan kiinteistöjen eri tyyppisiä keskuksia, energiamittareita, kytkimiä, rasioita, kaapeleita, johtimia ym. asennustarvikkeita, kuten myös eri heikkovirtajärjestelmien keskusyksiköitä ja komponentteja. Teollisuusasennuksia varten tarvitaan mm. kennokeskus, moottorilähtöjen kojeita, kaapeleita, turvakytkimiä sekä ohjelmoitavia logiikoita.

6.13. Tehoelektroniikka

Tavoite

Nykyaikainen sähkövoimajärjestelmä ja sähkölaitteisto sisältää hyvin usein erilaisia tehoelektroniikan komponentteja ja suuntaajia tai teholähteitä. Tehoelektroniikan sovellukset niin teollisuuden, kiinteistöjen ja sähkönlaitostekniikan alueilla kasvavat, joten tehoelektroniikan perusteista ja käytännön sovelluskohteista on sähköalan insinöörien saatava riittävä tietämys. Tyypillisiä tehoelektroniikan laboratoriotyöaiheita ovat:

- taajuusmuuttajien ominaisuudet
- UPS-laitteet ja niiden ominaisuudet
- pehmökäynnistimet
- himmentimet ja muut tehonsäätölaitteet
- hakkuriteholähteet
- tasasuuntaajat
- vaihtosuuntaajat
- DC/DC-muuntimet
- paristojen ja akkujen lataaminen, kapasiteetti ja varauksen purkauskkyky
- paristo- ja akkutekniikat.

Opetuslaitteistot

Opetuslaitteina on syytä olla sekä kaupallisia laitteita ja järjestelmiä sekä tehoelektroniikan opetuslaitteita. Opetuslaitteiden avulla saadaan eri tehoelektroniikkakytkentöjen toiminta havainnollisesti esitettyä ja toimintaa voidaan verrata simuloinnin tuloksiin. Päähuomio on kuitenkin syytä olla käytännön laitteissa, komponenteissa ja niiden sovelluskohteissa. Perusteiden oppimista varten on syytä täydentää ohjattavien tehoelektroniikkakomponenttien ja niiden ohjauselektroniikan valikoimaa.

Opiskelua varten on syytä hankkia lisää erilaisia teholähteitä, kuten hakkureita, DC/DC-muuntimia, tasasuuntaajia, vaihtosuuntaajia, taajuusmuuttajia, pehmokäynnistimiä, UPS-laitteita, tehonsäätimiä ja himmentimiä. Näitä komponentteja ja laitteita valittaessa on syytä kiinnittää huomiota siihen, että tehoelektronikan opetuksen lisäksi niitä voitaisiin käyttää myös muissa sähkövoimatekniikan laboratoriotöissä. Tehoelektronikan laitteiden toiminnan tutkiminen edellyttää myös lisää oskilloskooppien ja sähköjärjestelmien analysaattoreiden hankintoja.

6.14. Valaistustekniikka

Tavoite

Valaistustekniikan oppimisympäristön tavoitteena on antaa opiskelijoille mahdollisuus oppia valaistustekniikan peruskäsitteet ja valaistuslaskentamenetelmät sekä valonlähteiden ja valaisimien ominaisuudet, valaisimien liitäntä- ja ohjaustekniikoita sekä ulko- ja sisätilojen valaistusuunnittelua. Tyypillisiä valaistustekniikan laboratoriotöitä ovat:

- huonetilan valaistuksen mittaus ja laskenta
- ulkoalueen valaistuksen mittaus ja laskenta
- valaisimen valonjaon mittaaminen
- valonlähteiden, lamppujen ominaisuudet
- valaisimien hyötysuhde
- valaisimien liityntä-, ohjaus- ja säätölaitteet
- lamppujen väriominaisuudet, spektri
- valaistuksen suunnittelu ja laskentamenetelmät.

Opetuslaitteistot

Tällä hetkellä on opetuskäytössä, hehkulamppuja, halogeenilamppuja, pienloistelamppuja, led-lamppuja, loistelamppuja ja muutama valaisin sisätiloihin sekä ulkovalaistukseen soveltuva valaisin eri lampputyypeillä (halogeeni-, sp-natrium- ja elohopeahöyrylamppu). Valaistusvoimakkuusmittareita on 1 kpl 1980-luvulta. Kauko-ohjausjärjestelmät ovat vanhentuneita eli noin 15 vuotta vanhoja.

Valaisimien ja niiden valonlähteiden tutkimusta ja ominaisuuksien ymmärtämistä varten tulisi hankkia lisää uusia valonlähteitä, valaisimia ja niiden ohjaus- ja säätöjärjestelmiä. Valaisimista voidaan tutkia niiden valonjakokäyriä, valaistusvoimakkuutta, hyötysuhdetta, valon väriominaisuuksia, yliaaltoja, ohjaus- ja säätötapoja sekä valaistuksen ohjaukseen käytettäviä himmentimiä, antureita, langattomia ja väyläohjausjärjestelmiä. Eri sisätilojen valaistusta eri valonlähteillä ja valaisimilla samoin ulkoalueiden valaistusta voidaan myös suunnitella ja laskea esimerkiksi DIALUX-ohjelmalla, jolloin laskenta- ja mittaustuloksia voidaan verrata.

6.15. Sähkövoimatekniikan automaatio ja väylätekniikat

Tavoite

Sähkövoimatekniikassa on käytössä erilaisia automaatoratkaisuja ja väylätekniikoita teollisuuskohteissa, sähkölaitoksissa ja kiinteistöissä. Eri väylätekniikoiden oppimisympäristöt muodostetaan niitä ohjaavien järjestelmien, mahdollisten valvomoiden tai ohjauspaneelien sekä liityntälaitteiden, kuten anturit, toimilaitteet, kytkentälaitteet ja ilmaisimet avulla. Tavoitteena on antaa oppilaille mahdollisuus opiskella nykyaikaisia sähkövoimateknisten laitteiden ohjausväyliä todellisten kaupallisten laitteiden ja järjestelmien avulla.

Opetuslaitteistot

Opetuslaitteista pääosa on jo mainittu muissa oppimisympäristökohdissa. Tässä kohdassa on tarkoitus muistuttaa, että osaa muihin käyttökohteisiin hankituista laitteista ja järjestelmistä voidaan hyödyntää sellaisenaan sähkövoimatekniikan automaatio- ja väyläsovellusten opiskelussa. Kuitenkin esimerkiksi on huomattava, että hankitaan:

- sähkölaitosautomaatiojärjestelmä, johon liitetään nykyiset kennotermiinalit (SPA-väylä), nykyinen kauko-ohjattava erotinasema DTU4 ja uudet hankittavat suojarieleet (uudet väylästandardit)
- teollisuuden moottorikeskusten ja taajuusmuuttajien ohjauslogiikkoja sekä erilaisia tyyppillisiä teollisuusväyliä, kuten Profibus DP, Ethernet, CAN, Modbus ja ASi
- Kiinteistöautomaatiojärjestelmä, toimilaitteita, antureita, valvomo ja keskus
- Kiinteistöjen heikkovirtajärjestelmiä ja niiden toimilaitteita ja antureita
- Langattomia ja langallisia kotiautomaation järjestelmiä, kuten valaistuksen ohjaus, esim. KNX/EIB.

6.16. Sähkövoimatekniikan suunnittelu- ja laskentaohjelmat

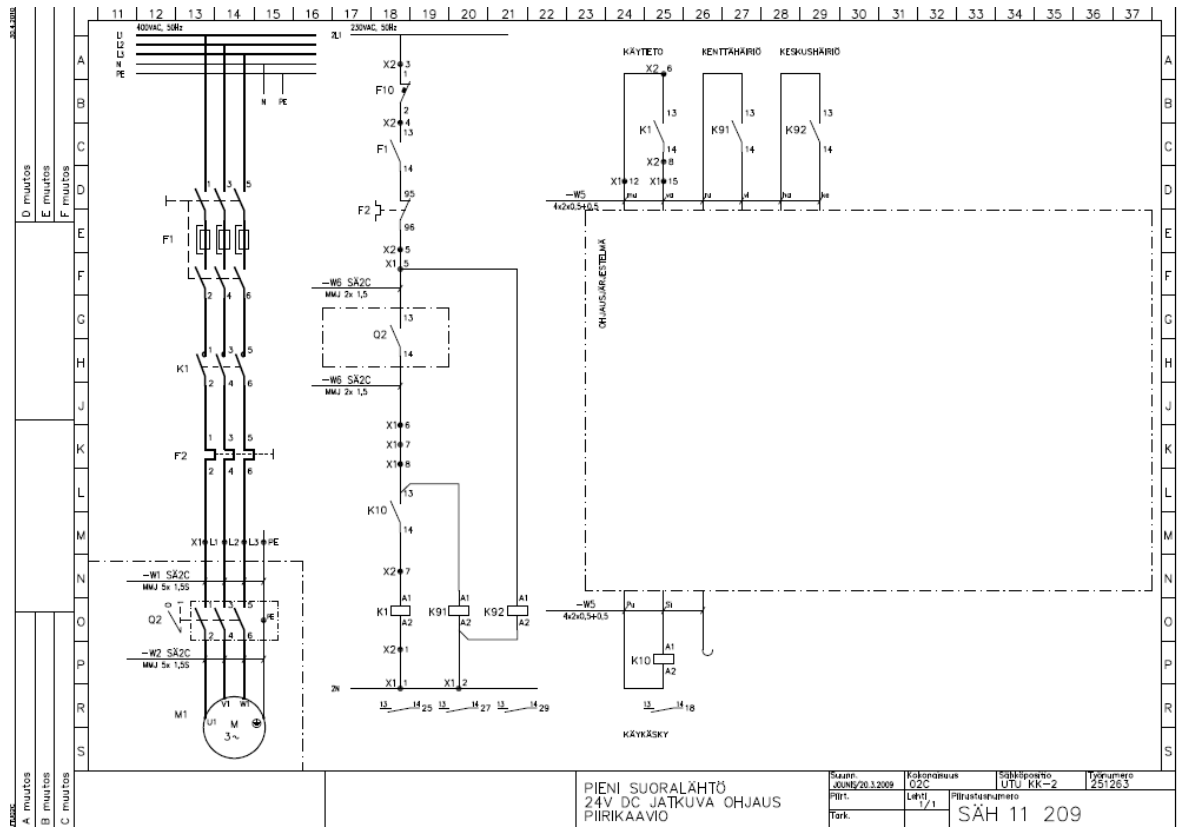
Tavoite

Sähkövoimatekniikan suunnittelu, mitoitus ja laskentaohjelmien tuntemus on tuleville insinööreille tarpeen. Kaikkia ohjelmia ei voida opiskella, mutta toimisto-ohjelmien osaamisen lisäksi eri ammattiaineissa tarvittavia ohjelmia opetetaan alan ammattiaineopettajien toimesta. Ohjelmien käyttötiloina toimivat CAD/ohjelmistoluokan ohella eri sähkövoimatekniikan laboratorioluokat. Ohjelmistoja käytetään opetuksen lisäksi opinnäytetöissä, kuva 41.

Opetuslaitteistot

Ohjelmistojen opiskeluun tarvitaan valittujen ohjelmistojen lisenssit, opetuksen tukimateriaali (mm. oppaita, manuaaleja, esimerkkejä, karttapohjia, tietokanta) ja riittävä kokemus ja asiantuntemus ohjelman käytöstä ja ominaisuuksista sekä ohjelmiston sovellusalasta. Uuden opetustilan tietokeet varustetaan kahdella näytöllä, jolloin CAD-ohjelmien ja mitoitusohjelmien käyttö ja käytön opiskelu on helpompaa ja vastaa todellisia käyttötilanteita.

Nykyisten ohjelmistojen ja tietokantojen lisäksi on syytä hankkia sopiva sähköverkon (teollisuuden ja kiinteistöjen) vikavirtojen, kuormituksen ja jännitteen aleneman laskentaohjelmat. Samoin sähköjaketekniikan suunnittelutietokanta on hankittava nykyisen st-kortiston rinnalle. Kiinteistöjen sähkösuunnittelussa on selvitettävä siirtyminen 3D-suunnitteluun ja siitä seuraavat vaatimukset.



Kuva 41. Esimerkki opinnäytetyössä piirretystä dokumentista (sähkövoimatekniikan laboratorion moottorikeskus, uusi esitystapa) /21/

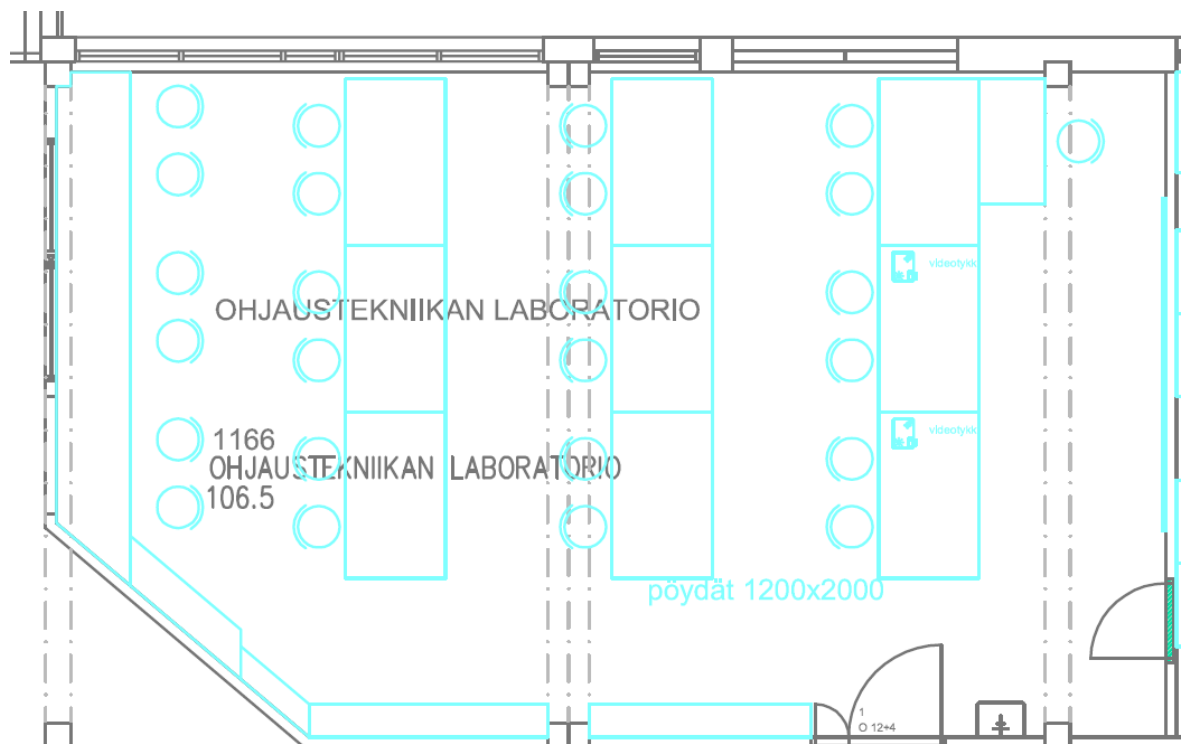
7. OHJAUSTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖT

Ohjaustekniikan oppimisympäristö uusitaan ja siirretään nykyisestä d-käytävän luokkatilasta d109 e-siipeen täysin uusittavaan luokkatilaan.

7.1. Ohjaustekniikan laboratoriotila

Tavoite

Ohjaustekniikan laboratorion tavoitteena on toimia oppimisympäristönä ohjelmoitavien logiikkojen ohjelmoinnin, paneelien, ohjauskytkimien, pc-valvomoiden, anturitekniikan, kenttäväylien opiskelulle sekä sähkömoottoreiden, sähkömoottorikäyttöjen ja muiden toimilaitteiden ohjaamisen oppimiselle. Tilan uudistettavat kalusteet mahdollistavat teoriaopinnot ja laboratoriotyöskentelyn, kuten nykyinen kalustus. Tulevassa opetustilassa on nykyistä vähemmän hyllytilaa, joten opetuslaitteita on saatava asennetuksi työpisteiden rakenteisiin. Samoin valmiita etäopetukseen ja väylöohjaukseen soveltuvia opetuslaittekonaisuuksia asennetaan luokkatilan takaosaan.



Kuva 412. Ohjaustekniikan laboratoriotila 1166.

Opetuslaitteistot

Uusi laboratoriotyötila tulee entisen elektroniikan tuotantotekniikan laboratoriotilan paikalle e-siipeen huoneeseen 1166, kuva 42. Huonetilan etuosaan kalustetaan opettajan työ-

piste, josta mahdollisuus näyttää luentoja, työtehtäviä, työohjeita, manuaaleja, liityntäkuvia, ohjelmakoodia, tms. kahdella eri tykillä. Oppilaiden työpisteitä tulee 9 kpl ja työpöydät uusitaan sellaisiksi, että niihin voidaan sijoittaa ohjelmoitavia logiikoita, teho- ja jännitesyöttöjä, ohjausliityntöjä, opetuslaitteita ja opetusprosesseja. Työpisteisiin on saatava laitteistoja aikaisempaa enemmän kahdesta syystä, ensiksi irrallisille telineillä tai levyillä oleville laitteistoille ei ole juurikaan hyllytilaa säilytykseen ja toisaalta pöytiin asennetut opetuslaitteet ovat nopeammin ja valmiimpia otettaviksi käyttöön opetussessioissa.

Luokkatilan takaosaan on varattu tilaa kiinteille väyläohjatuille opetusprosesseille, joiden oppimisympäristöt soveltuvat eri kenttäväylien opiskeluun. Kenttäväylien opiskelussa esimerkiksi logiikka, kosketuspaneeli, taajuusmuuttaja -yhdistelmän on syytä olla kiinteästi kytketty ja esimerkkiohjelmia, konfigurointeja ja parametreja valmiiksi tehtyinä ja tallennettuina, jolloin voidaan aina ladata toimiva kokonaisuus käyttöön. Samoja tiloja ja opetuslaitteistoja on tarkoitus käyttää myös etäohjauksen opiskeluun. Esimerkkejä opetustyöpisteistä on kuvassa 43.

Opetusta järjestetään sähkötekniikan koulutusohjelman opiskelijoiden lisäksi kone- ja tuotantotalouden koulutusohjelmien opiskelijoille.



Kuva 43. Esimerkki mahdollisesta työpisteen toteutustavasta, a) pöydällä irtolaitteita tai b) laitteet sijoitetaan työpöydän ylemmän ja alemman osaan

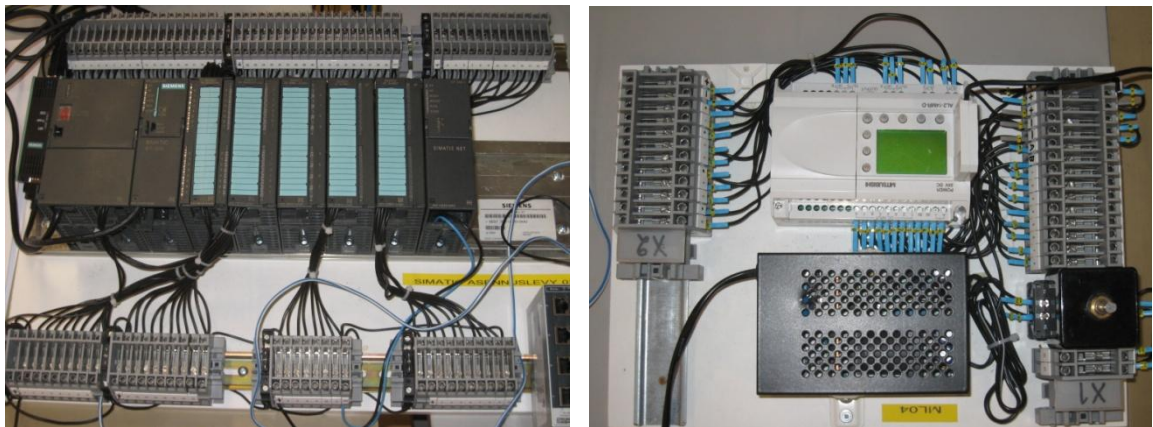
7.2. Ohjelmoitavat logiikat

Tavoite

Ohjelmoitavien logiikkojen oppimisympäristön tavoitteena on mahdollistaa pienen ja keskisuuren logiikan ominaisuuksien, kokoonpanon, määrittelyn ja logiikkaohjelmoinnin sekä liityntöjen opiskelu. Ohjelmoitavien logiikkojen tulo- ja lähtöliitynnät on toteutettu 24 V DC:n jännitteellä, analogisella virta- tai jänniteviestillä tai kenttäväylällä. Tämä mahdollistaa opiskelijoille työskentelyn tilassa myös ilman opettajan jatkuvaa valvontaa.

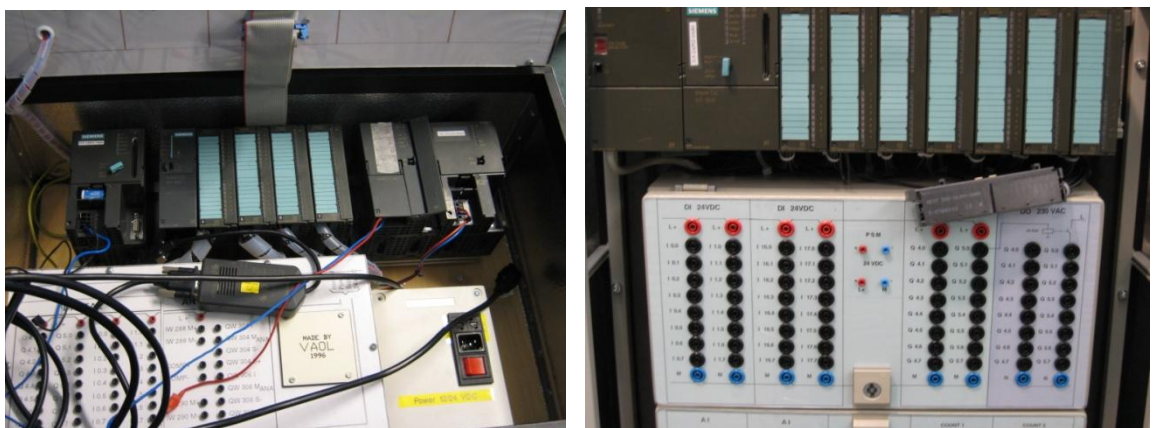
Opetuslaitteistot

Tällä hetkellä ohjaustekniikan laboratoriossa ohjelmoitavien logiikkojen opetuksessa on käytössä Mitsubishi Alpha XL2 -logiikka opintojen alkuvaiheessa ja myöhemmin Siemens S7-300 -sarjan logiikat, molempia noin 10 kpl. Nykyisin logiikat on asennettu puulevyille tai metalliseen telineeseen, molemmissa asennustavoissa I/O-liitännät on johdotettu valmiiksi kytkentöjä varten riviliitimille, kuva 44. Asennustavat on kehitetty tämän kehitystehtävän laatijan ja laboratorioinsinööri Jouko Alanivan toimesta. Tällöin eri logiikoita voidaan opetustilanteesta ja kohderyhmästä riippuen käyttää eri moottorilähtöjen, taajuusmuuttajien, ohjauskytkimien, antureiden tai opetusprosessien kanssa. Laboratoriossa on myös muutamia muita logiikoita, kuten Autolog ja Vision (kuva 31) ja muita mahdollisia logiikkojen asennustapoja on esitetty kuvassa 45.



Kuva 44. Ohjelmoitavien logiikkojen nykyiset asennuslevyratkaisut (KTAMK).

Uudistustarpeena on pienten logiikkojen päivittäminen sellaisiksi, että ne voisivat toimia myös jonkin kenttäväylän (ASi, CAN, Profibus) ala-asemina. Siemens logiikoiden osalta logiikat olisi syytä päivittää turvalogiikoiksi, joissa olisi Profibus-väylän lisäksi Ethernet-väylä ja mahdollisuus lisätä ASi tai CAN väyläkortti. Opetustilaan tulisi hankkia myös S7-400-sarjan logiikka ja sille SoftPLC-ohjelmisto.



Kuva 45. Vaihtoehtoisia opetuslaitteiden asennusratkaisuja (VAMK).

7.3. Kappaletavara-automaation anturit ja ohjauslaitteet

Tavoite

Oppimisympäristön tavoitteena on kappaletavara-automaatiossa käytettävien perinteisten ja kenttäväyliin liitettävien anturien, releiden, kytkinten, merkkilamppujen, turva- ja ohjauslaitteiden opiskelu komponenttien, logiikoiden ja opetusprosessien avulla.

Opetuslaitteistot

Induktiivisia ja kapasitiivisia lähestymiskytkimiä, mekaanisia rajakytkimiä, valokennoja, merkkilamppuja, ohjauskytkimiä, painonappeja ja toimilaitteita on pääosin irrallisina komponentteina, jolloin ne voidaan kytkeä halutulla tavalla ohjaavaan logiikkaan. Liityntäjännite on pääsääntöisesti 24 V DC, kytkentä on PNP tai NPN tai potentiaalivapaa kosketin.

Anturien, ohjauskytkimien ja merkkivalojen valikoimaa ja määrää tulisi täydentää. Turvalaitteiden ja turvakomponenttien osalta tulisi valikoimaa laajentaa oleellisesti. Samoin kenttäväylään liitettävien antureiden ja ohjauslaitteiden valikoimassa on laajalti täydennystarvetta.

7.4. Kappaletavara-automaation väylät, paneelit ja valvomot

Tavoite

Kappaletavara-automaation väyläteknikoiden, väyliin liitettävien ohjauslaitteiden ja toimilaitteiden, paneelien ja valvomoiden opetuksen toteutus vaatii komponenttien ja laitteiden lukumäärän lisäystä. Käytännössä väyläteknikan onnistunut opetus vaatii vain niiden opetukseen varatut ja tarkoitetut opetuslaitteet eli oppimisympäristöt, joille on tehty esimerkkiohjelmat ja asettelut valmiiksi. Kytkentöjä ei muuteta väyläteknikan opiskelun alkuvaiheessa ja harjoitustöitä voidaan jatkaa keskeytyksettä useita viikkoja. Oppimisen edetessä voidaan muuttaa alkuperäistä laitekoonpanoa. Oppimisympäristöjen on aina palautettavissa alkutilanteen toimiviin ohjelmiin ja määrittelyihin sekä laitekoonpanoihin.

Opetuslaitteistot

Väyläliityntäisinä on muutama moottorilähtö (ABB, Schneider, Siemens), taajuusmuuttajia (ABB, Vacon, Siemens) parikymmentä ja operointipaneeleja kymmenkunta (Siemens). Tärkeintä olisi suunnitella ja sijoittaa sopivat väyläopetuslaitteiden yhdistelmät ohjaustekniikan laboratorion takaosaan, jossa niille olisi suunniteltu ja tallennettu valmiiksi yksinkertainen toimiva ohjausratkaisu. Tätä ohjausratkaisua edelleen kehittämällä olisi helpointa oppia ymmärtämään väyläliikennettä, laiteasetuksia, paneelien ohjelmointia ja logiikoiden ohjelmointia käytettäessä väyliä automaation toteutuksessa. Ongelmatapauksissa voi palauttaa jonkun toimivista lähtötilanteista, jolloin selviää, ovatko ongelmat johtuneet laitteista, väylästä, asetteluista tai ohjelmoinnista. Nykyisessä tilanteessa opiskelijan on viikoittain koottava oppimisympäristö uudelleen, jolloin opintojen eteneminen hidastuu.

Täydentämistarvetta on erityisesti CAN-, ASi-, Ethernet- ja Profibus-väylään liitettävien antureiden, ohjauslaitteiden ja toimilaitteiden sekä logiikoiden ja valvomo-ohjelmistojen osalta. Hankintojen yhteydessä on syytä tarkastella logiikoiden, niiden ohjaustapojen ja ohjelmistojen soveltuvuutta etäopetukseen, sillä soveltuvuus etäopiskeluun on nostettava merkitseväksi hankintaperusteeksi.

7.5. Opetusprosessit

Tavoite

Kappaletavara-automaation eli ohjaustekniikan opiskelun oleellinen osa ovat ohjattavat prosessilaitteet ja prosessit, joiden avulla ohjaussovellusten tekeminen havainnollistuu. Opetusprosessien hankintaan on kiinnitettävä huomiota sekä yksinkertaisten edullisten prosessien ja monimutkaisten kalliimpien prosessien tasapainoisessa hankinnassa ja toteutuksessa.

Opetuslaitteistot

Yksinkertaisimmillaan ohjattava laite on yksittäinen moottorilähtö. Parhaimmillaan yksinkertainen ohjattava laite on esimerkiksi kuljetin (varustettu moottoriohjauksella, turvakytkimellä ja antureiden asennusmahdollisuudella), jonka avulla voidaan opiskella yksittäisen laitteen ohjausta ja lisätä ohjaukseen opetuksen etenemisen myötä eri tyyppisiä antureita, paineilmatoimisia toimilaitteita, merkkilamppuja ja ohjauslaitteita sekä liittää yksittäisiä kuljettimia toisiinsa laajemman automaatiototeutuksen ohjaamiseksi.

Moottorilähtöjen (SFS käsikirja 16 mukaiset) opetus voidaan toteuttaa vaihtoehtoisesti usealla eri tavalla:

- Moottorikeskus, jonka moottorilähtöjen ohjausliittynät ovat kaapeloitu ja liitetty valmiiksi laboratoriotyöpöytiin.
- Moottorikeskus, jonka moottorilähdöt liitetään kaapeleilla ohjaavaan logiikkaan, kun opiskelijat aloittavat laboratoriotyön.
- Työpöytiin on valmiiksi asennetut moottorilähdöt ohjausliitäntöineen.

Opetuslaitteet ja prosessit, kuten kuljettimet voida rakentaa itse useilla eri mekaanisilla toteutustavoilla tai ostaa valmiina opetuslaitteina, esimerkit yksinkertaisista opetuskuljettimista moottorilähtöihin, kuvassa 46. Opetusprosessit ja laitteistot voivat olla myös valmiiksi useamman laitteen yhdistelmiä erilaisilla antureilla, toimilaitteilla, väylillä ja työohjeilla varustettuja. Hankintamäärityksessä ja vertailussa tule harkita erilaisia yksinkertaisia ratkaisuja (esim. kuljettimet), joita voidaan ohjata yksittäin ja koottavina ryhminä. Samoin on vertailtava käyttökelpoisia väyläohjattavia kokoonpanoja uusien oppimisympäristöjen toteuttamiseksi, siten että ne olisi toteutettu alueen teollisuudessa käytettävillä komponenteilla ja laitteilla. Etäopetukseen tarvitaan sekä yksinkertaisia että monimutkaisia opetusprosesseja, joiden hankintamääritys ei tule olemaan helppoa.

Opetuslaitteiden ja opetusprosessien valinnassa on muistettava yksinkertaiset toteutukset:

- moottorilähdöt (suora, suunnanvaihto, I/O ja väyläohjattu)

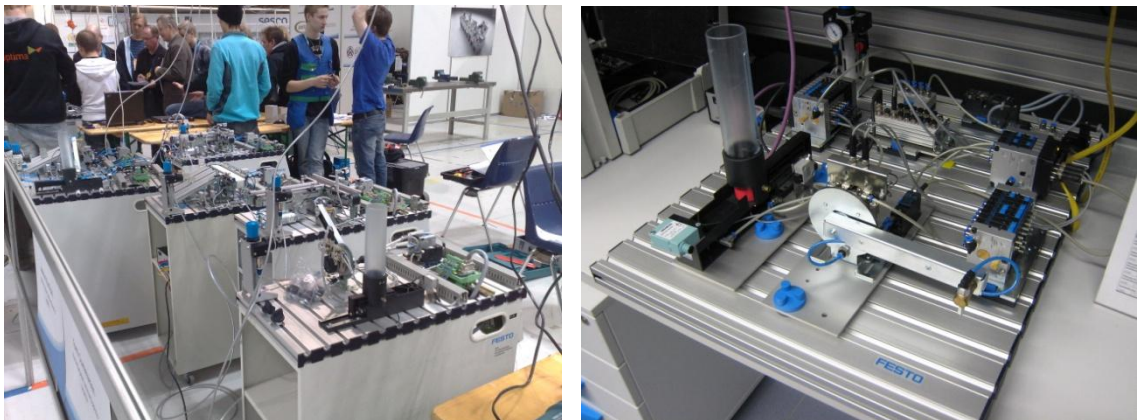
- taajuusmuuttaja (ohjattavissa paneelista, riviliittimiltä, väylästä ja pc-ohjelmalla)
- hihnakuljetin (käytettävissä yksittäin ja asennettavissa peräkkäin ja sisältää esim. 24 V DC tai 230 V AC moottorin, vaihteen, anturien asennusmahdollisuuden).



Kuva 46. Esimerkit yksinkertaisista opetuslaitteista, a) moottorilähtö/sähkömoottori, b) kuljetin (ei muunneltava)

Toisaalta on muistettava monimutkaisemmat toteutukset:

- valmiita kokonaisuuksia (kiinteä, aina valmis käytettäväksi)
- koottavissa osista (vaatii kokoonpanon, jos itsenäisistä osista niin helppoa, jos rakennettava niin vaativaa).



Kuva 47. Monimutkaisempia oppimisympäristöjä

7.6. Turvalaitteet ja -komponentit

Tavoite

Oppimisympäristöjen tavoitteissa on huomioitava kappaletavara-automaation prosessien turvallisuuden valvonnassa tarvittavien erilaisten turvakomponenttien ja turvalogiikoiden oppiminen kaupallisten turvalogiikoiden ja turvakomponenttien avulla.

Opetuslaitteistot

Nykyisellään on opetuskäytössä muutama turvamatto ja turvarele. Käytännön turvatekniikan komponenttien ja laitteiden tuntemuksen lisäämiseksi ja turvatoimintojen toteutuksen oppimiseksi tulisi hankkia turvalogiikoita tai logiikoita, joissa on ominaisuutena turvalogiikka, ja erilaisia turvallisen ohjauksen vaatimia komponentteja, kuten turvarajat, turvaloverhot, turvamatot ja ohjaimet. Nämä tarpeet on helppo huomioida jo aikaisempien kohtien laite- ja komponenttivalinnoissa.

7.7. Kappaleenkäsittelyautomaation suunnittelu ja toteutusmenettelyt

Tavoite

Suunnitteluosaamisen koulutus edellyttää suunnittelu- ja simulointiohjelmien lisäksi esimerkkiprosessien olemassa oloa ja käyttöä suunnittelun systematiikan ja esimerkkitapausten opiskelussa.

Opetuslaitteistot

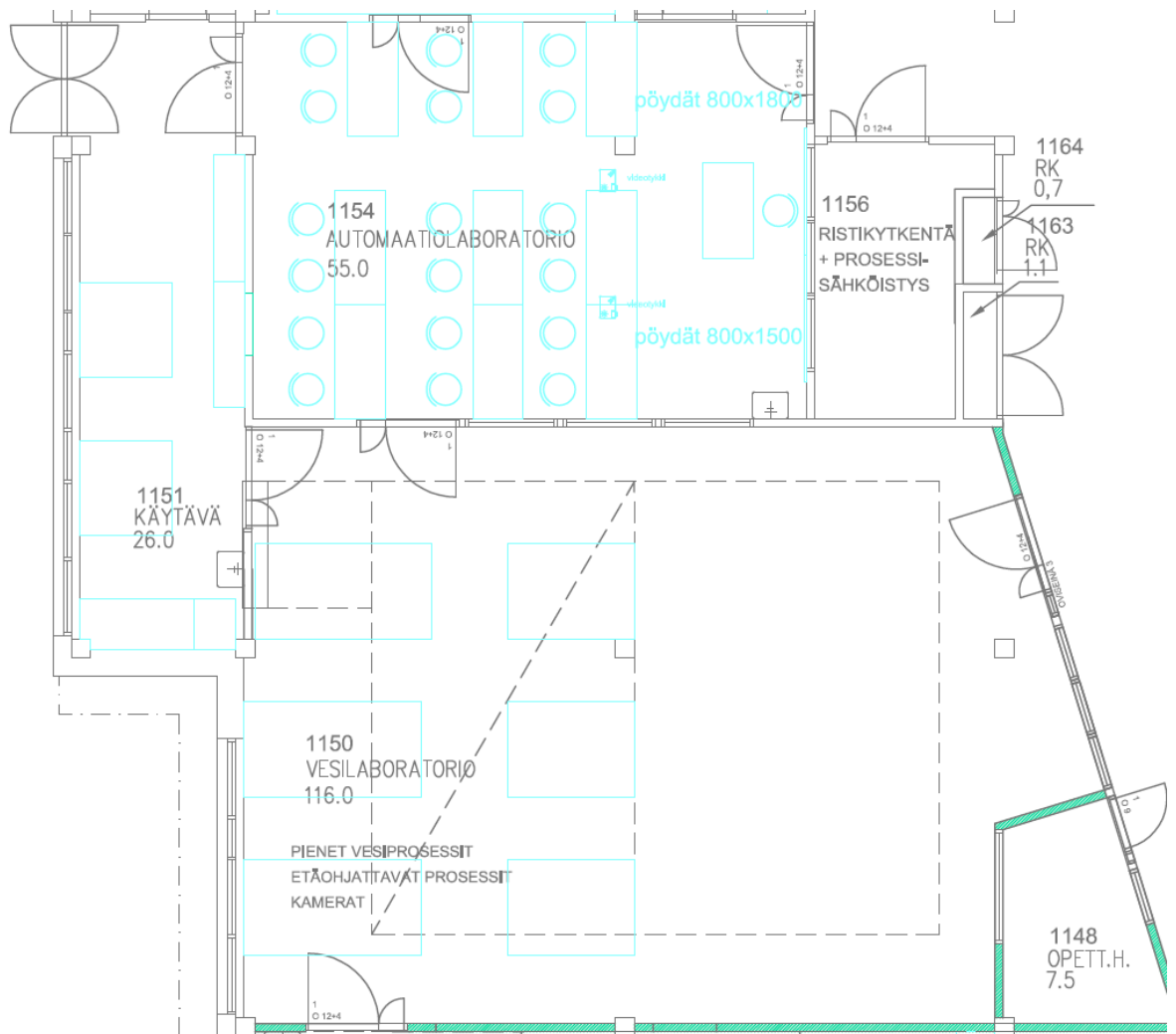
Opetuslaitteina käytetään aikaisemmissa kohdissa jo mainittuja komponentteja, logiikoita, prosesseja ja opetuslaitteita. Suunnittelusystematiikkaa, suunnittelumenetelmiä opiskellaan käytännön suunnittelu- ja mitoitustehtävillä sekä suunnittelu- ja simulointiohjelmistojen käytöllä.

8. AUTOMAATIOTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖT

8.1. Automaatiotekniikan valvomo ja prosessitila

Tavoite

Automaatiotekniikan oppimisympäristöt on tarkoitettu prosessiautomaation, automaatiojärjestelmien ja säätötekniikan opiskeluun. Oppimisympäristöt käsittävät automaatiojärjestelmät, ohjelmoitavat logiikat ja pc-valvomot, kenttäinstrumentointi, toimilaitteet, kenttäväylät, mittaus- ja säätömenetelmät sekä kalibroinnin. Oppimisympäristöjen tavoitteena on liittää teoria, laskentamenetelyt ja käytännön prosessiesimerkit toisiinsa sellaisilla teknisillä ratkaisilla, jotka yhdistävät teoriaopiskelun, laboratoriotyöt laboratoriotiloissa, simuloinnin ja etälaboraatiot.



Kuva 48. Automaatiolaboratorion opetustilat, kuvan yläosassa valvomohuone (prosessin valvonta ja teoriaopetus), alaosassa vasemmalla pienet opetusprosessit ja oikealla on nykyinen vesiprosessi

Opetuslaitteistot

Laboratorion tilat jakaantuvat kolmeen osaa: valvomo (kuva 17), vesiprosessi (kuva 16) ja pienprosessit, tilan layout pysyy ennallaan, kuva 48. Viereisessä prosessikeskus- ja ristikytkenätilassa on osa vesiprosessin sähkönsyötöistä ja ohjauksista. Näiden tilojen lisäksi automaatiotekniikan opetuksessa hyödynnetään RMM-valvomotilaa ja ohjaustekniikan laboratoriota, joiden oppimisympäristöt on kuvattu toisaalla.

Valvomotila sijaitsee nykyisellä paikallaan ja sinne sijoitetaan työpisteet, joissa voidaan opiskella mm. kuuntelemalla luentoja, tekemällä ryhmätöitä, simuloimalla ja ohjaamalla vesiprosessin eri osaprosesseja ja erillisiä yksikköprosesseja. Tila on monitoimitila, jota voidaan käyttää oppituntien lisäksi itseopiskeluun.

Vesiprosessi on rakennettu 1980-luvun lopulla ja sitä on hieman modernisoitu ja laajennettu myöhemmin. Vesiprosessissa on itsenäisiä prosesseja, joita voidaan ohjata ja säätää automaatiotekniikan valvomosta tai etäohjauksella. Vesiprosessin ohjattavat prosessit ovat mittaus- ja säätötekniisesti toteutettu siten, että niissä esiintyy tarkoituksellisesti erilaisia viiveitä ja häiriöitä kytkennöistä ja ajotavoista riippuen.

Itsenäisiä pieniä opetusprosesseja on tällä hetkellä muutama ja niiden lukumäärää on tarkoitus kasvattaa. Opetusprosessit voivat olla omia kehitettyjä laitteistoja tai kaupallisia opetukseen tarkoitettuja laitteistoja. Opetusprosessien hankinnassa on syytä käyttää määrittely- ja hankintaperusteena etäopetuksen mahdollisuutta ja toisaalta opetuksellista monimuotoisuutta.

Käytännön kokemusten perusteella kannattaa nyt laboratorioden uudistamisessa panostaa kenttälaitteiden, kenttäinstrumentoinnin ja prosessien määrän lisäämiseen. Pieniä prosesseja voidaan toteuttaa opetusprosesseja hankkimalla ja liittämällä automaatiojärjestelmä esimerkiksi paineilmajärjestelmään tai vesiprosessin osaprosessiin. Omana lisättävänä alueena ovat langattomat väylät, joita hyödyntäviä mittauksia tulee hankkia. Samoin prosessi-automaatioon olisi syytä lisätä paneelinäyttöjä, älykkäitä moottorilähtöjä ja älykkäitä kenttälaitteita, jotka mahdollistavat laitteiden kunnonvalvonnan opiskelun ja toiminnan seurannan.

8.2. Automaatiojärjestelmät

Tavoite

Automaatiojärjestelmien opetuksen tavoitteena on luoda oppilaille käsitys nykyaikaisten automaatiojärjestelmien toiminnoista, valvomotoiminnoista, toteutustavoista ja prosessi-automaation suunnittelusta ja toteutuksesta. Keskeistä on opettaa, mitä automaatiojärjestelmillä tehdään, mitä komponentteja automaatiojärjestelmä sisältää, miten valvomot ja niiden näytöt toteutetaan prosessin ohjauksen ja valvonnan kannalta, millä tavoin prosesseja ohjataan ja säädetään sekä miten prosessihäiriöt havaitaan ja miten laitteiden kunnonvalvontaa tehdään automaatiojärjestelmillä.

Opetuslaitteistot

1980-luvulla oli hankittu Damatic XD-demovalvomo ja SELMA-automaatiojärjestelmä ja teknisesti ne vanhenivat ennen vuosituhannen vaihdetta. Sen jälkeen hankittiin opetuskäyttöön Delta V-automaatiojärjestelmä, jota on opetuskäytön lisäksi käytetty T&K-hankkeissa. RMM-etävalvomoprojektissa hankittiin kaksi modernia automaatiojärjestelmää Metso DNA ja ABB IT800, joiden valvomot on sijoitettu etävalvomoon ja prosessiliitännät nykyisen automaatio- ja ohjaustekniikan laboratorioden yhteyteen, kuva 49.

Automaatiojärjestelmien opetuksessa on tarkoituksen mukaista tutustua automaatiojärjestelmien osiin ja valvomotoimintoihin sekä liittää automaatiojärjestelmään sellaisia prosesseja tai osaprosesseja, jotka toiminnaltaan vastaavat todellisia prosessiautomaatiokohteita, prosesseja, joissa on säätöjä, mittauksia ja tilatapahtumia jatkuvasti. Toisaalta prosessien ajamisen, käytön tulee olla edullista. Käytännössä on selvää, että automaatiojärjestelmien opiskelu ensimmäisillä opintojaksoilla sisältää tutustumisen järjestelmän toimintaan, rakenteeseen, liitännöihin, tiedonsiirtoon, ohjelmointiin ja määrittelyyn sekä tapahtumien että trendien seurantaan. Vasta erikoistumisopinnoissa kannattaa alkaa toteuttamaan automaatiojärjestelmiin uusien prosessien liittämistä kentälaitteiden, ohjausten ja ohjauskaavioiden muodossa.



Kuva 49. Prosessiautomaatiojärjestelmät Delta V, Metso, ABB

Automaatiojärjestelmien osalta on tarkkaan harkittava, mitä prosesseja tai osaprosesseja niillä ohjataan ja valvotaan. Mahdollisuuksina ovat pienprosessit, monimutkaisemmat uudet prosessit, vesiprosessin osat perinteisellä I/O-liitännöillä ja väyläliitännöillä. Molem-

piin uusiin automaatiojärjestelmiin on kytketty yksinkertaisina prosesseina teollisuuden moottorilähdöt alkuvuodesta 2010. Tällaisten moottorikäyttöjen avulla voidaan mallintaa sopivaa ohjattavaa prosessia. Kenttäinstrumentoinnin, kunnonvalvonnan ja opetusprosessien toteutuksiin syytä kiinnittää suuri huomio hankintamäärittelyissä.

8.3. PC-valvomot ja ohjelmoitavat logiikat

Tavoite

Vesiprosessin ja muiden prosessien automaation opetuksessa on pääosin käytetty ohjelmoitavia logiikoita ja pc-valvomoita. Nämä ratkaisut ovat mahdollistaneet lähiopetuksen lisäksi itsenäisen opiskelun etänä. Opiskelijat ovat voineet tehdä automaatiosovelluksiaan kotonaan ja tulla testaamaan ne koululle ja toisaalta osaprosesseja on ohjattu myös etäohjauksella. Etäopetustavoitteen eteenpäinviemiseksi näitä ratkaisuja tulee edelleen kehittää. Esimerkkejä eri ratkaisutavoista toteuttaa oppilaitoksen vesiprosessin etäohjaus on esitetty toisaalla /43/.

Opetuslaitteistot

Opetuslaitteina on käytetty Modicon-logiikkaa ja Genesis pc-valvomoa. Logiikoilla on ohjattu kattilaa, vesiprosessia, pesukonetta ja eri opetusprosessilaitteistoja. Näillä laitteistoilla on toteutettu ja kehitetty jo vuosien ajan säätötekniikan etäopetuskonseptia, kuva 18. Toisena opetuslogiikkana on muutaman vuoden ajan käytetty S7-300-logiikoita, joita ei ole voinut hyödyntää etäopetuksessa.

Prosessiautomaation opetus ja etäopetuksen kehittäminen logiikoiden avulla edellyttää:

- soveltuvien logiikoiden hankintaa
- valvomo-ohjelmistojen päivityksiä
- etäopetusmateriaalien kehittämistä laboratoriotöihin
- ohjattavien prosessien hankintaa ja toteuttamista.

8.4. Opetusprosessit

Tavoite

Prosessiautomaation, mittaustekniikan ja säätötekniikan opetukseen soveltuvien pienprosessien hankinta ja toteutus tehdään joko omana työnä tai ostettavilla kaupallisilla opetuslaitteistoilla. Opetusprosessit havainnollistavat tutkittavat ilmiöt, niin mittausten ja säätöjen osalta. Parhaimmillaan ne on toteutettu käyttämällä kaupallisia teollisuuden komponentteja, jolloin niiden asennustavat ja toiminta selviää havainnollisesti. Opetusprosessi tulee hankkia riittävästi huomioiden sekä niiden liityntätavat automaatiojärjestelmiin ja logiikoihin että käyttökelpoisuus prosessi-, kappaletavara-automaation ja kenttäväylien opiskelussa. Tällöin samoja opetusprosessiä voidaan soveltaa useammassa oppimisympäristössä ja niiden ohjaus-, valvonta- ja säätöjärjestelmien tulisi soveltua myös etäopetukseen.

Opetuslaitteistot

Nykyisellään kaupallisia opetusprosesseja on vesiprosessin lisäksi muutamia (Bytronic, Festo). Itse oppilastöinä rakennettuja prosesseja on muutamia ja moottorilähtöjä, jotka on liitetty logiikkoihin tai automaatiojärjestelmiin on parikymmentä. Opetusprosessien rakentaminen on vaativaa. Vaikeutena on tunnistaa toimiva mitoitus, instrumentointi ja mekaaninen rakenne. Kaupallisilla laitteilla korkeaksi koettu hinta, laitteiston mittasuhteet, oppimateriaalien englanninkielisyys, oppimisen tavoitteet, komponenttivalinnat ja laitteistojen yhteensopivuus ovat olleet hankintojen esteenä. Kaupallisia mittaustekniikan, sähkökäyttöjen, säätötekniikan, prosessi- ja kappaletavara-automaation opetuslaitteita löytyy kuitenkin usealta toimittajalta, esimerkiksi:

- Festo /20/
- JJJ-Automation /27/
- K&H products /31/
- Armfield /8/
- ISvet /26/
- Elwe /12/
- LD Didactic /32/
- Feedback /18/
- Christiani /11/.

8.5. Kenttäinstrumentointi

Tavoite

Yksi merkittävä prosessiautomaation osa-alue on mittaukset ja mittauksessa välttämätön kenttäinstrumentointi. Tällä hetkellä oppilaitoksella on eri ikäisiä kenttäinstrumentteja lähinnä vesiprosessissa ja joitain laitteita työpisteiden yhteydessä irrallisina. Kenttäinstrumentoinnin kannalta olisi kuitenkin parempi saada nähtäville eri mittauksien useita laiteratkaisuja eri asennustapoineen tukemaan alan teoriaopetusta käytännön esimerkeillä. Mittaustekniikan oppiminen perustuu kenttäinstrumentointiin ja toisaalta mittaus- ja testauslaitteiden sekä mittausväylien opiskeluun.

Opetuslaitteistot

Vesiprosessin kenttäinstrumentoinnin täydentämiseksi tulisi hankkia lisää ja päivittää eri mittauspiirejä erityisesti yksittäisiin kenttäinstrumentoinnin opiskeluprosesseihin. Tällöin tulisi esimerkiksi pinnankorkeus, lämpötila, virtaus ja sakeus mitata samasta kohteesta usealla eri tavalla ja asennusratkaisulla, jolloin eri laiteratkaisut, mittausmenetelmät, asennustavat, tiedonsiirtotavat ja konfiguroinnit sekä mittausmenetelmien ominaispiirteet tulisivat opiskelijoille tutuiksi.

Toisena osa-alueena ovat erilaiset mittaus- ja testaustekniikan laitteet ja väylät. Näistä käytännönläheisenä esimerkkinä ovat erään valmistajan mittauskomponentit, oppimateriaalit ja ohjelmistot /36/.

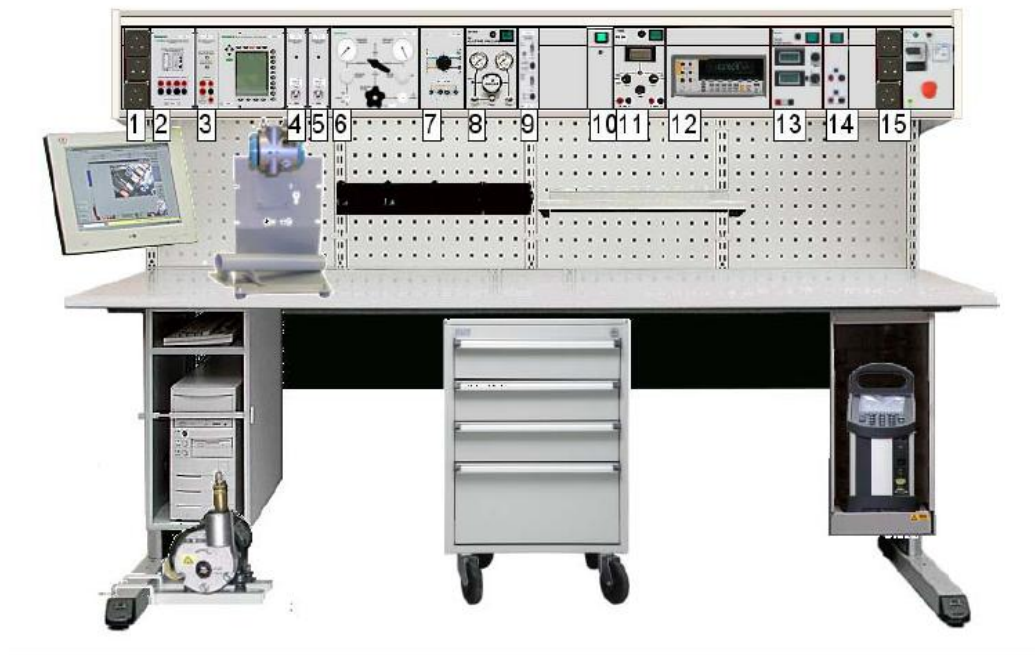
8.6. Kalibrointi

Tavoite

Kalibroinnin ja kalibrointijärjestelmän opetus on vuosikausia kärsinyt opetuslaitepulaa. Nyt olisi syytä hankkia kenttäkalibrointiin soveltuvat laitteet ja oikea kalibrointityöpöytä prosessiautomaation oppimisympäristöksi.

Opetuslaitteistot

Kalibroinnin ymmärtämiseksi ja kalibroinnin suorittamista varten tulee hankkia opetusprosessien lisäksi irrallisia perinteisiä, HART- ja kenttäväyläliityntäisiä kenttäinstrumentteja, joille voidaan suorittaa kalibrointi ja oppia kalibrointimenettelyt. Tämä vaatii täydellisen kenttäinstrumentoinnin oppimistyöpisteen hankinnan ja erilaisten kenttäkalibroinnin mittalaitteiden ja apulaitteiden hankinnan. Esimerkit kalibroinnissa käytettävistä työpisteestä, kuvassa 50 ja kalibrointiopetukseen soveltuvia kotimaisen markkinajohtajan kalibraattoreita, kenttäväyläkalibraattoreita ja koulutussarja kuvassa 51.



Kuva 50. Kalibrointityöpiste opetustarkoitukseen /48/



Kuva 51. Kalibrointityövälineitä opetustarkoitukseen /10/, /48/

8.7. Prosessiautomaation suunnittelu- ja toteutusmenettelyt

Tavoite

Prosessiautomaation suunnittelu- ja toteutusmenetelmien oppimisen oppimisympäristö opetusvälineineen ja mallikirjastoineen tarvitaan suunnittelun, asennuksen, käyttöönoton ja käytön oppimiseksi. Opetusprosessit toimivat suunnittelutehtävien opiskelun esimerkkeinä ja malleina suunniteltavista prosesseista.

Opetuslaitteistot

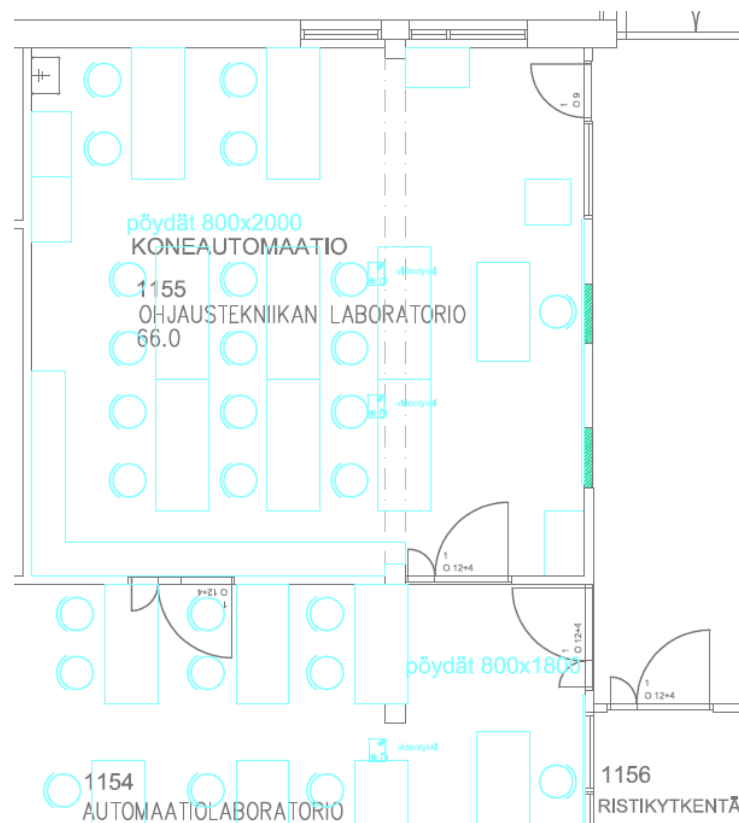
Suunnittelun oppimiseen tarvitaan esimerkkitoiteutuksia, suunnitteluosaamista ja suunnittelun työkalut. Käytännössä suunnittelun osaaminen vaatii suunnittelumenetelmien, projektityöskentelyn, suunnitteluohjelmistojen, simulointityökalujen, toimisto-ohjelmien, dokumentaation, automaation ohjelmistojen ja valvomo-ohjelmistojen sekä automaation teknisten vaihtoehtojen tuntemusta ja hallintaa. Suunnittelun opetustiloina toimivat sekä automaation oppimisympäristöt (suunnitelmien toteutus, esimerkit) ja cad-suunnittelutilat (suunnittelu).

9. KONEAUTOMAATION OPPIMISYMPÄRISTÖ

9.1. Koneautomaation opetustilat

Tavoite

Koneautomaation opetuslaitteet siirrettiin ammattiopiston tiloihin, kun ammattiopistolle saneerattiin tilat naapurikiinteistöön ja entisistä konetekniikan laboratoriotilasta tehtiin kaupan alan opetustila. Nyt on havaittu tarpeelliseksi saada ammattikorkeakouluopetukseen soveltuvat koneautomaation, hydrauliiikan ja pneumatiikan oppimisympäristöt sähkötekniikan koulutusohjelman automaation ja ohjaustekniikan laboratoriotilojen yhteyteen. Tällöin ne palvelevat sekä sähkö- että konealan insinöörikoulutusta, mikä onkin hyvä asia.



Kuva 52. Koneautomaation uusi opetustila (1155) ja hydrauliiikan laitetilä (1151).

Työpisteet

Pneumatiikan ja hydrauliiikan laitteiden, järjestelmien ja niiden ohjauksen sekä suunnittelun ja toiminnan simuloinnin työpisteet sijoitetaan luokkaan 1155, kuva 52, kone- ja sähkötekniikan koulutusohjelmien opiskelijoiden käyttöön. Hydrauliiikan kovaäänisimmät laitteet tulevat omaan tilaansa huoneeseen 1151. Työpisteet tulevat olemaan samankaltaisia kuin nykyinen pneumatiikan työpiste automaatiotekniikan laboratoriossa sisältäen kiinni-

tysalustan, komponentit, asennusletkut, sähköiset ohjauskomponentit, pc:n, simulointi- ja suunnitteluohjelmat. Työpisteiden lukumäärää rajoittavat tila ja opiskeluryhmien koko. Työpisteiden yhteydessä on pc ja opetukseen soveltuva ohjelmoitava logiikka.

9.2. Hydrauliikka

Tavoite

Oppimisympäristön tavoitteena ovat hydrauliikan komponenttien ja hydraulisten järjestelmien toiminnan ja ohjauksen toteuttamisen havainnollistaminen. Pääasiallinen kohderyhmä ovat konetekniikan opiskelijat, mutta teollisuuden sähkö- ja automaatioalan insinööreille kyseiset laitteet, komponentit ja järjestelmät ovat tärkeitä ymmärtää toiminnallisesti ja automaatiototeutuksiin liittyvinä kokonaisuuksina.

Opetuslaitteistot

Nykyisellään on olemassa 1 kpl hydrauliikan opetuslaitteita 1990-luvulta ja opetuksen toteuttamista varten tulisi olla hydrauliikan opetuspisteitä työpöytinä, joissa hydrauliikka järjestelmä, pumput, letkut, venttiilit, toimilaitteet ja ohjausjärjestelmä voidaan kytkeä sekä komponenttien että koko järjestelmän toiminta testata. Esimerkki kaupallisesta opetukseen soveltuvasta laitteistosta on kuvassa 53.



Kuva 53. Pneumatiikan ja hydrauliikan opiskelun työpisteitä /19/

9.3. Pneumatiikka

Tavoite

Oppimisympäristön tavoitteena ovat kone- ja laiteautomaation pneumaattiset järjestelmät, komponentit ja toimilaitteet sekä niiden suunnittelu, mitoitus ja simulointi. Prosessiautomaation pneumaattiset laitteistot on sijoitettu prosessiautomaation prosessitilaan ja kappaleenkäsittely- ja koneautomaation pneumaattisten järjestelmien työpisteiden lukumäärä kasvatetaan nykyisestä.

Opetuslaitteistot

Nykyisin on 1 kpl pneumatiikan opetuksen työpöytiä. Oppimisympäristöjä laajennetaan hankkimalla lisää opetukseen soveltuvia työpöytiä ja komponentteja sekä suunnittelu- ja simulointiohjelmat. Kuvassa 54 on esitetty nykyinen automaatiolaboratorion pneumatiikkatyöpiste ja vieressä on pneumatiikan opetuskomponentteja 1980-luvulta.



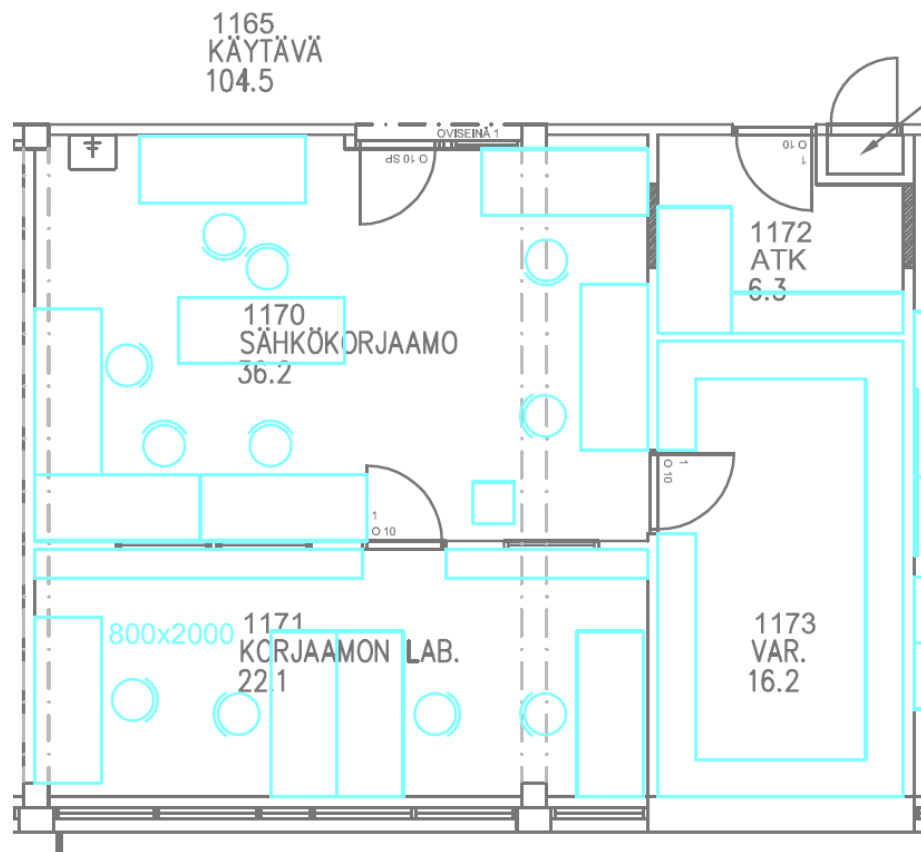
Kuva 54. Esimerkki nykyisestä pneumatiikan työpisteestä automaatiolaboratoriossa

10. SÄHKÖKORJAAMO

10.1. Sähkökorjaamon tilaratkaisut

Tavoite

Sähkökorjaamo palvelee oppilaiden projektitöitä, mutta myös kaikkien laboratorioiden laitteiden ja järjestelmien huoltotoimintaa ja laitteiden vikojen korjausta. Sähkökorjaamon laboratorioinsinööri vastaa myös keskitetysti ostotoiminnasta ja tavaroiden vastaanotosta. Remontin tila- ja laitteistousinnan tavoitteena on parantaa palvelumahdollisuuksia molemmilla osa-alueilla.



Kuva 55. Sähkökorjaamo, opiskelijoiden työskentelytila (1170), huoltohenkilökunta (1171) ja varasto (1173).

Kalusteet ja opetuslaitteistot

Tilan 1170, jota oppilaiden ja T&K-osaston projektitöissä käytetään, työpisteiden työpöydät ja tuolit uusitaan samoin kuin pientyökoneiden laitekantaa laajennetaan. Tilaan tehdään yksi instrumenttien käyttöönottoon ja konfigurointiin soveltuva työpiste, joka varustetaan tv-näytöllä. Varastotila säilyy ennallaan. Mahdollisesti tilan hyllyt uusitaan ainakin osittain. Laboratorio/korjaamotilaan uusitaan tietotekniset laitteistot. Tilojen koko ja si-

jainti säilyy ennallaan, mutta pintaremontin ja sähköistyksen uudistuksen lisäksi ilmastointi kohentuu.

10.2. Oppilastyöt

Tavoite

Opiskelijoiden projektitöiden määrä pysyy nykyisissä lukemissa. Uuden CDIO-systematiikan mukana yhdessä työskentelevän ryhmän koko kasvaa ja projektitöiden aiheita hankitaan aikaisempaa enemmän alueen yrityksistä ja laitoksista. Tämän vuoksi asennus-, rakentamis- ja testaustilojen tarve poikkeaa aikaisemmasta, joten työvälineiden ja säilytystilojen tarve kasvaa.

Välineet ja ympäristö

Oppilastoita tehdään projektitöiden aiheiden perusteella eri tiloissa. Pientyökoneet ja niihin liittyvät työvaiheet säilyvät sähkökorjaamon työtiloissa. Osa työvaiheista siirtyy CDIO-laboratorioon (juotos, piirilevyvalmistus) ja sähköasennuksiin tai sähköturvallisuuteen liittyviä työvaiheita ja testauksia voidaan joutua tekemään sähkövoimatekniikan laboratorioissa 2, koneautomaation, automaatiotekniikan tai ohjaustekniikan laboratorioissa.

Työskentelyn valvontaan sähkötyöturvallisuus- ja työturvallisuusmielessä joudutaan kiinnittämään aikaisempaa suurempi huomio. Käytännössä oppilastöiden toteutus vaatii säilytyslaatikoiden, säilytystilojen ja asennustyövälinesalkkujen sekä sähkötyöt sallivien työvaatteiden ja jalkineiden hankintaa.

10.3. Hankinta ja huoltotoiminta

Tavoite

Oppilaitoksen opetuslaitteiden, laitteiden modifioinnin ja korjaustoiminnan vaatimien komponenttien hankinta samoin kuin oppilastöissä ja projekteissa tarvittavien osien, komponenttien ja laitteiden hankinta hoidetaan keskitetysti laboratorioinsinöörin toimesta.

Prosessi ja sen toiminta

Laboratorioinsinööri toteuttaa tarvikkeiden, varaosien ja laitteiden oston keskitetysti huomioiden ostosopimukset ja kilpailuttamisen. Laitteille, tarvikkeille ja varaosille on varasto korjaamon yhteydessä ja tarvittaessa ulkovarasto on ollut käytettävissä.

Oppilaitoksen opetuslaitteet ja osa varaston nimikkeistä on kunnossapidon tietojärjestelmässä ja järjestelmä laajennetaan myös oppilaiden ja opettajien käyttöön. Hankittavat uudet opetuslaitteet ja niiden dokumentaatio syötetään kunnossapidon tietojärjestelmään ja jatkossa laitteiden vikailmoitukset syötetään välittömästi vian ilmettyä järjestelmään. Tällöin kertyy kattava vikahistoria laitteista ja mittareista.

Ennakkohuollot ja kalibroinnit kirjataan myös tulevaisuudessa kunnossapidon tietojärjestelmään, samoin kuin varaston nimikkeiden ylläpito hoidetaan sen avulla (Artturi). Sähkö- ja sähkötyöturvallisuuden todentaminen edellyttää viankorjaus-, huolto- ja kalibrointitöiden kirjaamista järjestelmään, josta ne jälkikäteen voidaan tarkastaa.

10.4. Varasto ja kunnossapidon tietojärjestelmä

Tavoite

Opetustoiminnassa ja oppilastöissä tarvittavien laitteiden, komponenttien, varalaitteiden, varaosien ja tarvikkeiden hallinta hoidetaan kunnossapidon toiminnan ohjausjärjestelmällä. Opetuslaitteiden ja varastonimikkeiden tiedot talletetaan kunnossapidon tietojärjestelmään ja kunnossapitotöiden ohjaus ja seuranta hoidetaan sen avulla.

Varastonimikkeet ja kunnossapitotoiminta

Kunnossapidon tietojärjestelmään lisätään puuttuvat ja muuttuvat nimikkeet ja varastot. Nimikkeiden saldot ja varastopaikat ja hyllytiedot ylläpidetään. Nimikkeiden käyttö kohdistetaan töille tai opetuslaitteille kustannusten, vikatapahtumien ja kunnossapitotöiden seuraamiseksi.

Jatkossa kunnossapidon tietojärjestelmään (Artturi) kirjataan kaikki kunnossapitotoiminta:

- opetuslaitteiden tunnus, nimike, tekniset tiedot, varaosat ja dokumentaatio
- mittalaitteet, kaapelit, komponentit, varaosat, tarvikkeet
- varaston nimikkeet, nimiketiedot, hankintatiedot, varastot, saldot
- vikailmoitus (kohde, vikatieto) tietojärjestelmään
- ennakkohuollot kunnossapitojärjestelmään määritetyillä ajankohdilla ja ohjeilla
- kunnossapitotöiden tilaus
- projektitöiden kustannukset
- kunnossapitotoimintojen opetus.

11. ELEKTRONIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖ

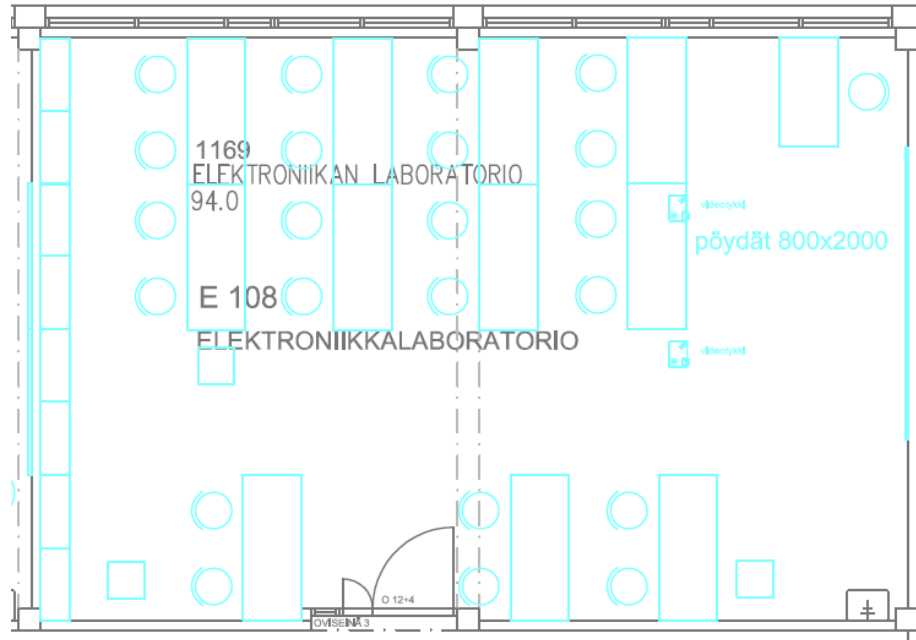
11.1. Elektroniikan opetustila

Tavoite

Elektroniikan laboriotila on tarkoitettu elektroniikan perusteiden, sähköpiirien perusteiden ja analogiaelektroniikan oppimisympäristöksi.

Opetustilat

Elektroniikan laboriorion työtila siirretään nykyisestä elektroniikan laboriorioista c102 uuteen tilaan e-siipeen huoneeseen 1169, kuva 56. Elektroniikan laboriorion työpisteet on hankittu 1990-luvun puolessavälissä ja esimerkiksi osa teholähteistä ja oskilloskoopit on päivitetty myöhemmin. Laboriorion kehittämiseksi on 2 vaihtoehtoa, nykyisten pöytien säilyttäminen ja laiteusinnat tai uusien eri rakenteen omaavien työpisteiden hankinta. Uuden rakenteen, kuva 57, etu olisi tilan monikäyttöisyyden paraneminen, koska tällöin työpisteiden tehonsyöttö ja laiteosa on laskettavissa teoriaopetuksen tai opetussessioiden ajaksi alas näkyvyyden säilymiseksi opettajaan ja esitettävään luentomateriaaliin, simulointiin, tms.

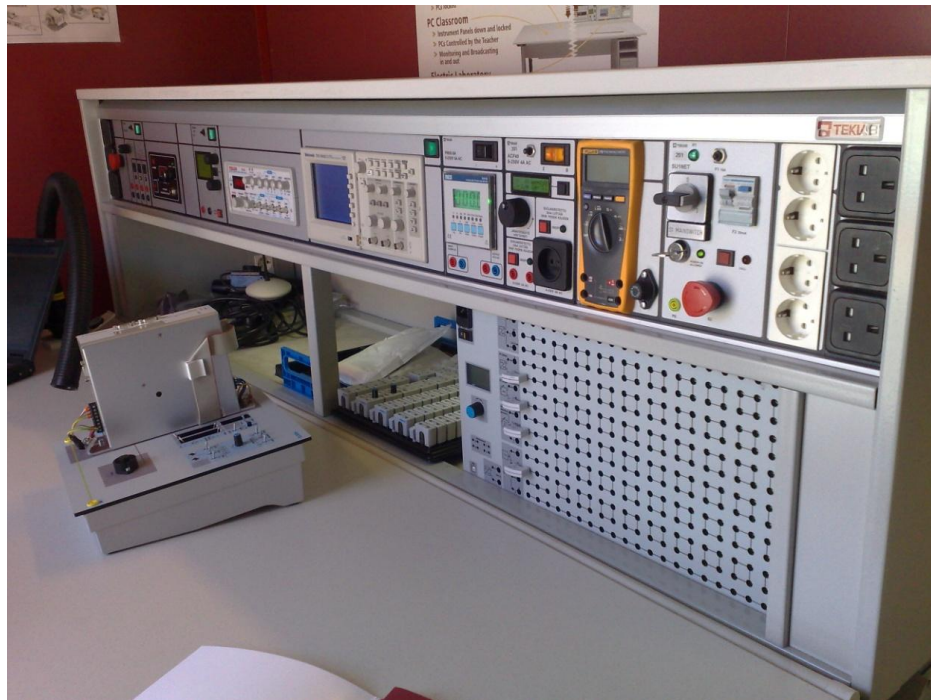


Kuva 56. Elektroniikan laboriotilan layout uusilla pöytäarakenteilla.

11.2. Sähköpiirit

Tavoite

Sähköpiirien opetuksen tavoitteena on sähkötekniikan peruskomponenttien kytkentöjen ja sähköpiirien tasa- ja vaihtosähköpiirien sekä piirianalyysin opiskelu teoriaopintojen, laskuesimerkkien ja simuloinnin rinnalla.



Kuva 57. Esimerkki elektroniikan laboratoriotyöpöydän uudesta pöytärakenteesta, kaksiosainen kytkentä- ja mittaosio on laskettavissa moottorilla alas

Opetuslaitteistot

Työpisteiden ja niiden sisältäminen jännitelähteiden, tms. ja opetuksessa käytettävien elektroniikan komponenttien valikoima on melko kattava. Yksittäisistä komponenteista tehtävät piirit ovat muunneltavia, mikä on etu opetuksen suunnittelussa. Valmiit kytkentäesimerkit koteloidissa vastaavat oppikirjan esimerkkipiirejä. Opetuksen sisällön päivittäminen vaatii osittaista täydentämistä ja uudistamista komponenttien osalta. Sähköpiirien simulointi tukee sähköpiirien teoriaa, laskentatapojen ja laskemisen oppimista.

11.3. Elektroniikka

Tavoite

Elektroniikan perusteiden opiskelu on osa kaikkien sähkötekniikan opiskelijoiden ensimmäisen vuoden opintoja passiivisten ja aktiivisten elektroniikan peruskomponenttien (ana-

logiaelektroniikka ja digitaalitekniikka) toiminnan ymmärtämisen kannalta. Samalla elektroniikkapiirien opiskelu on osa sähköpiirien opiskelua.

Opetuslaitteistot

Elektroniikan perusteiden opiskeluun käytetään samoja passiivisia komponentteja kuin sähköpiirien opiskeluun, mutta elektroniikan opiskelussa otetaan kytkentöihin ja mittauspiireihin mukaan elektroniikan peruskomponentit ja peruspiirien kytkennät. Käytännössä opetukseen sisältyy suppeasti digitaalipiirit ja laajemmin analogisia piirejä.

11.4. Mittaustekniikka

Tavoite

Laboratoriota käytetään sähköpiirien ja elektroniikan mittausten, yleismittareiden ominaisuuksien, mittauskytkeiden perusteiden, oskilloskooppien toiminnan ja vaativampien mittausten menetelmien ja elektroniikan ilmiöiden perusteiden opiskeluun.

Opetuslaitteistot

Laboratorion opetuslaitteet, komponentit ja mittarit mahdollistavat mittaustekniikan perusteiden, mittauspöytäkirjojen laatimisen ja sähköteknisten mittausten epävarmuuksien arvioinnin opiskelun. Pidemmälle menevänä tavoitteena tulisi selvittää vaativampien väylämittausten opetusmahdollisuus kyseisessä oppimisympäristössä. Käytetyt jännitetasot tukisivat tällaista opetuksen laajentamista.

11.5. Simulointi ja laskenta

Tavoite

Oppimisympäristön tavoitteena on sähköpiirien ja elektroniikan simuloinnissa käytettävän ohjelmiston opiskelu laboratoriossa ja atk-luokassa.

Opetuslaitteistot

Simulointiohjelmistojen opiskelu onnistuu atk-luokissa ja elektroniikan laboratoriossa. Oppimista tehostaisi, jos sama piiri on mitattavissa työpisteessä ja simuloitavissa ohjelmalla, koska tällöin joutuu pohtimaan tulosten eroavaisuuksia sekä millä mittareilla ja mittausten menetelmällä simulointiohjelmalla saatavat tulokset ovat mitattavissa ja toisaalta päinvastoin. Simulointiohjelma vaatii soveltuvan kirjaston, osaavia käyttäjiä sekä lisenssit luokkatiloihin, opettajille ja oppilaille itsenäistä opiskelua varten.

12. CAD- JA OHJELMISTOLUOKKA

12.1. Opetustila

Tavoite

Sähkö- ja automaatio suunnittelun CAD-ohjelmien opiskelua varten on toteutettu opiskelutila, joka mahdollistaa cad-avusteisen sähkösuunnittelu moderneissa opetustiloissa ja uusilla työpisteillä. Tilaan toteutetaan hyvät tulostusmahdollisuudet eri kokoisille suunnitelmakuville. Tilan käyttö suunnitellaan konetekniikan insinöörikoulutuksen cad-suunnittelutilan kanssa yhteistyössä, jotta kuormitukset saadaan tasattua ja tarvittavien ohjelmistolisenssien määrä optimoitu.

Opetuslaitteistot

Opetustilan layout on esitetty kuvassa 58. Opetuslaitteina ovat pc-työasemat, joilla on riittävät ominaisuudet tehdä suunnittelua 2D- ja 3D-ympäristöissä. Työpisteissä on oltava kaksi näyttöä ja oppilaiden kannettavan kytkentämahdollisuus. Tulostukseen on oltava A3 laser- ja suurempi A0-tulostin. Opettajan työpisteessä on oltava samat ominaisuudet kuin opiskelijoilla ja lisäksi yhteys kahteen videotykkiin tehtäväksiannon, esimerkkien ja työskentelytapojen yhtäaikaiseen näyttämiseen.



Kuva 58. Cad- ja ohjelmistotekniikan luokkatila

12.2. CAD-avusteinen sähkösuunnittelu

Tavoite

Oppimisympäristön tavoitteena ovat sähköalan 2D- ja 3D-CAD-suunnittelun perusteiden ja toimintatapojen oppiminen kiinteistöjen, teollisuuden ja sähkölaitosten sähkösuunnittelun eri tarvealueilla.

Opetuslaitteistot

Opetuslaitteina toimivat työpisteiden tietokoneet, tulostimet ja ohjelmistot. Ohjelmistojen valinnassa on syytä huomioida alueen toimijoiden käyttämät ohjelmistot ja toisaalta eri ohjelmien lisenssit oppilaitoksen ja oppilaiden käyttöön opiskeluaikana. Mitään CAD-ohjelmaa ei opita käyttämään erinomaisesti opintojaksojen kontaktituntien aikana ja sen vuoksi opiskelijoiden CAD-ohjelmien opiskelua tulee tukea sellaisten ohjelmistojen osalta, joita opiskelijat voivat opiskella kotonaan omatoimisesti. 3D-sähkösuunnittelu on tullut tällä hetkellä tilanteeseen, jossa sen osaaminen alkaa olla vaatimus osalle kiinteistö-sähköistysten tilaajia, joten sen opetukseen soveltuviin oppimisympäristöihin on myös syytä panostaa CAD-luokkaa kehitettäessä.

12.3. Toimisto-ohjelmat

Tavoite

Toimisto-ohjelmien osaaminen kuuluu kaikkien sähköalan insinöörien perusosaamiseen, joten niiden käyttöä tulee hioa ja vaatia kaikkien ammattiaineiden opintojaksojen opetuksessa.

Opetuslaitteistot

Toimisto-ohjelmat on kaikissa oppilaitoksen tietokoneissa käytettävissä ja opiskelijoilla on ilmaiseksi saatavissa oppilaitoksen antamiin kannettaviin avoimen lähdekoodin toimisto-ohjelmat ja kaupallisia ohjelmistoja ostettavissa edullisesti. Käytännön opetuksessa tulee vaatia toimisto-ohjelmien käyttöä ja opiskelua ammattiaineiden opinnoissa, koska työelämässä pidetään niiden osaamista itsestään selvyytenä uusilta valmistuvilta insinööreiltä.

12.4. Sähkötekniinen mitoitus, laskenta ja simulointi

Tavoite

Sähkötekniisen mitoituksen, laskennan ja simuloinnin osalta tulee tarkastella eri suuntautumisvaihtojen opetuksen ohjelmistotarpeita avoimesti uudelleen huomioiden alueiden yritysten ohjelmistovalinnat ja tulevaisuuden tarpeet sähkötekniikan insinöörikoulutuksessa.

Opetuslaitteistot

Käytännössä on selvitettävä sähkölaitosautomaation, teollisuuden sähköverkkojen laskennan, sähkökojeistojen, sähkölaitosten mitoituslaskennan, kiinteistöjen sähköverkkojen laskentaohjelmien, kunnossapidon ja valaistuslaskennan ohjelmistojen tarjonta, käyttö ja hinnoittelu. Tämän perusteella on päätettävä, mihin ohjelmistoihin opetuksessa panostetaan lähitulevaisuudessa ja samalla on syytä varautua mahdollisiin muutoksiin ohjelmistotarpeissa myöhemmin tai hyvinkin lähitulevaisuudessa. Tietokantojen osalta on syytä muistaa hankkia sähkölaitossuunnittelun perustaksi alan malli- ja työohjetietokanta, kuten kiinteistöjen sähkösuunnittelun osalla tehtiin jo 1990-luvulla.

12.5. Ohjelmointi

Tavoite

Ohjelmoinnin osalta tilan on tarkoitus toimia vaihtoehtoisena tilana sulautettujen järjestelmien ohjelmointitarpeille mahdollisten lukujärjestyksellisten ongelmien niin vaatiessa samoin kuin mahdollisille automaation tietotekniikan ohjelmointiopiskelun tarpeille.

Opetuslaitteistot

Luokan tietokoneisiin asennetaan sulautettujen järjestelmien suuntautumisvaihtoehdossa tarvittavien ohjelmointikielien ohjelmointityökalut ja kirjastot valmiiksi.

13. KUNNOSSAPIDON OPPIMISYMPÄRISTÖT

Kunnossapidon opetus järjestetään muissa ammattiaineiden laboratorioissa siihen soveltuvilla laitteilla, järjestelmillä ja mittalaitteilla. Hankinnat on esitelty kyseisten laboratoriotilojen oppimisympäristöjen kuvauksissa.

13.1. Opetuksen tilat

Tavoite

Kunnossapidon opetukselle ei ole omaa laboratoriota, vaan kunnossapidon menetelmiä ja tietojärjestelmiä opetetaan eri sähkö- ja konealan laboratorioissa ammattikorkeakoulun ja tarvittaessa ammattiopiston tiloissa. Eri osaamisalueiden opetuslaboratorioita ja T&K-laboratoriotiloja hyödynnetään tilojen ja laitteiden monimuotoisella käytöllä tilojen käyttöaste huomioiden.

Opetuslaitteistot

Kunnossapidon teoriaopinnot toteutetaan teorialuokissa, tietojärjestelmien opetus toteutetaan osin atk-luokissa ja osin ammattiaineiden laboratoriotiloissa. Sähkövoimateknisten laitteiden kunnossapidon opetus järjestetään sähkövoimatekniikan laboratoriotiloissa käytännön esimerkkien ja toimintamallien ja mittausten osalta. Vastaavasti automaation, ohjaustekniikan, koneautomaation ja kalliimpien järjestelmien osalta on mahdollista käyttää ammattikorkeakoulun tilojen lisäksi ammattiopiston laitetiloja.

13.2. Kunnossapidon tietojärjestelmät

Tavoite

Oppimisympäristön tavoitteena on kunnossapidossa käytettävien tietojärjestelmien opiskelu mm. työnohjauksen, kunnonvalvonnan, kalibroinnin, varastohallinnan osalta.

Opetuslaitteistot

Opetuslaitteistot ovat ohjelmistoja ja myös laboratorioden laitteita, laitteistoja ja varaosia sekä sähkökorjaamon ja laboratorioden varastot tarvikkeineen ja varaosineen. Kunnossapidon tietojärjestelmä on otettava päivittäiseen käyttöön laboratorion laitteiden huollon, kalibroinnin, vikakorjausten ja työtilausten suhteen. Opetuskäytössä ovat Artturi- ja SAP-toiminnanohjausjärjestelmät. Kunnonvalvonnan ja kalibroinnin mittareiden ja laitteiden tietojärjestelmät määräytyvät hankittavien järjestelmien perusteella. Kunnossapidon päätöksenteon tueksi analyysiin käytetään mahdollisesti hankittavia ohjelmistoja taulukkolaskentaohjelmistojen lisäksi.

13.3. Kunnossapidon menetelmät

Tavoite

Kunnossapidon työmenetelmien ja toimintatapojen opiskelua varten tietojärjestelmiin luodaan valmiita työohjeita ja töitä kohdistetaan laboratorioiden laitteille kunnossapidon työkohteina.

Opetuslaitteistot

Kunnossapidon työmenetelmiä, huollon ja kunnonvalvonnan työtapoja ja laitteiden vianetsintää harjoitellaan siellä, missä laitteet ovat eli ammattiaineiden laboratoriotiloissa. Kunnossapidolliset laboratoriotyöt on huomioitava laitemääritysten ja hankintojen yhteydessä. Huolto, kunnonvalvonta, tarkastus, testaus, koestus ja vianetsintä ovat tyypillisiä kunnossapidon menetelmiä ja tapahtumia, joita voidaan opiskella sekä erillisinä kunnossapidon laboratoriotöinä että osana ammatillista laboratoriotyöopintojaksoa.

13.4. Kunnossapitotoiminta

Tavoite

Tavoitteena on kunnossapidon organisoinnin, tehtäväsisältöjen, johtamisen, päätöksenteon ja strategiaosaamisen opiskelu.

Opetuslaitteistot

Organisointia voidaan opiskella kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmien ja teoriaopetuksen tuella yritysvierailuilla sekä opetustehtaalla. Opetustehtaassa opiskelijoille opastettaisiin toimintakuvausten, toimintaohjeiden ja käytännön työtehtävien eli roolien avulla eri henkilöryhmien tehtävät ja niiden sisältöjä opetustehtaan tuotannon ja kunnossapidon ohessa niin käytön kuin kunnossapidon näkökulmasta unohtamatta varastotoimintoja tai osto/myyntitoimintaa.

14. MUUT OPETUSTILAT

14.1. Opetustilojen järjestelyt

Tavoite

Eri aineiden opetusta varten saneerataan tarvittavia erikoistiloja, kuten laboratoriot ja monikäyttöisiä isoille ja pienille ryhmille tarkoitettuja tiloja huomioiden käytettäviin opetusmenetelmiin perustuvat tarpeet.

Tilajärjestelyt

Eri ammattiaineiden opetusta varten toteutetaan niiden laboratorio-opetuksen vaatimat tilat sellaisilla ratkaisuilla, että tilojen käyttöaste olisi mahdollisimman korkea mm. ammattiaineiden teoriaopetuksen avulla. Luokkatiloja ja atk-tiloja toteutetaan siten, että samoja luokkatiloja voidaan käyttää mahdollisimman monen ryhmän ja koulutusalan tarpeisiin. Osa luokkatiloista toteutetaan siten, että tilat ovat jaettavissa tai yhdistettävissä käyttötärpeen mukaan.

14.2. Luokkatilat

Tavoite

Luokkatiloja toteutetaan siten, että niitä voidaan käyttää suurien ja pienien ryhmien opetukseen. Lisäksi ammattiaineiden laboratoriotilojen lisäksi on muitakin erikoistilojen tarpeita, kuten kielistudio, viestinnän/esiintymistaidon luokkatila, neuvotteluhuoneet tavanomaisten pienten ja suurten ja osin yhdisteltävien luokkatilojen lisäksi.

Opetustilat

Luokkatiloja varten laadittiin huonekortit, joissa esitettiin niiden kalustustapa, kalustustarpeet ja sähkötekniisten järjestelmien tarve, liite 10 /51/. Huonekorttien laadinnassa kuunneltiin opettajien toiveita, erityisesti erikoistilojen osalta, kuten viestinnän luokka, kielistudio ja fysiikan laboratoriotila. Lisäksi kehitystehtävän tekijä koki heti tilahankeen alussa tärkeäksi saada kuhunkin luokkatilaan 2 kpl videotykkejä, jolloin opettaja voi esittää kahta eri näkymää kankaalle tai toisen tykkinäytön sijalla kirjoittaa liitu- tai valkotaululle. Pienemmissä luokissa ja ryhmätyötiloissa on toinen videotykki korvattu SmartBoard-ratkaisulla. Luokan etuosan valaistus tuli täten ryhmitellä kahteen osaan. Muuten luokkatilojen valaistuksen ohjauksessa käytetään läsnäoloantureita ja valaistus on pääsääntöisesti säädettävissä neljässä ryhmässä.

14.3. Omatoiminen opiskelu ja oleskelu

Tavoite

Tilaratkaisuilla arkkitehdit pyrkivät tilojen monimuotoiseen käyttöön ja monikäyttöisten tilojen keskittämiseen uuden oleskeluauilan ja kirjaston edustan ympärille. Opiskelijoille pyritään tarjoamaan kirjaston, auilan, kahviotilan ja ruokalan läheisyyteen omatoimiseen opiskeluun soveltuvia tiloja. Oleellista arkkitehdeillä oli myös selkeyttä kulkeminen talon sisällä kahdella ristikkäisellä pääväylällä, mikä parantaakin merkittävästi liikkumista tekniikan yksikön rakennuksen sisällä.

Tilat

Yleisiin ja omatoimisen oleskelutiloihin järjestetään mahdollisuus työskennellä, ladata tietokoneiden akkuja, kahvitella ja oleilla. Oppilaskunnalle tulevat kulkuväylän varteen omat suuret tilat. Aikaisempien laboratoriotilojen tilalle tulevat monikäyttöiset luokkatilat, joissa työpisteiden ryhmittely on helppoa.

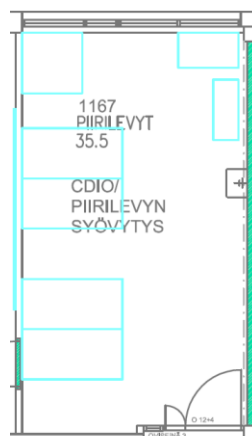
14.4. Projektityöt

Tavoite

Projekti- ja erikoistöiden tekoa jatketaan 1990-luvun alussa aloitetun toimintamallin mukaisesti. CDIO-toimintamallissa projektitöiden laajuudet ja ryhmäkoot muuttuvat aikaisemmasta.

Tilat ja opetuslaitteistot

Projektitöitä tehdään aiheesta riippuen CDIO-luokkatilassa 1167, kuva 59, sähkökorjauksen oppilastyöskentelytilassa sekä tarvittaessa ammattiaineiden laboratoriotiloissa.



Kuva 59. CDIO ja piirilevyjen valmistuksen luokkatila, jossa 4 työpistettä ja piirilevyjen valmistuslaitteet

15. OPPIMISEN KEHITTÄMINEN

15.1. Koulutus ja käyttöönotto

Tavoite

Laitteiden, laitteistojen ja järjestelmien käyttöönotossa ja saatujen kokemusten sekä koulutustavoitteissa tapahtuvien muutosten huomioinnin perusteella laaditaan sähkötekniikan koulutusohjelman laboratorioden kehittämiseksi pitkän tähtäimen kehittämissuunnitelma. Kehittämissuunnitelman ja alueen tarpeiden perusteella kehitetään uusia TKI- ja laboratoriahankkeita ja palveluiden myyntiä alueen yrityksiin ja laitoksiin.

Opetuslaitteistot

Oppimisympäristöjen uusinnan jälkeen tapahtuu laitteiden käyttöönotto, koulutus ja ensimmäiset opetuskokemukset. Näiden perusteella tiedetään dokumentoinnin ja laboratoriotyöohjeiden muutostarpeet, laitemodifikaatioiden ja lisähankintojen tarve. Keskeistä on ensin huolehtia hankintojen laajasta ja monipuolisesta käyttöönotosta, opettajien koulutuksesta ja sitten palvelutoiminnan myynnistä sekä tulevaisuuden TKI hankkeista.

15.2. Ennakoiva kehittäminen

Tavoite

Tavoitteena on sähkötekniikan koulutusohjelman laboratorioden kehittäminen ja kehittämissuunnitelmien laatiminen lyhyellä ja pitkällä aikavälillä, huomioiden oppilaitoksen ja ympäristön tarpeiden kehittymisen eri skenaarit. Tavoitteena on optimoida sähkötekniikan laboratorion henkilöstön osaaminen ja laboratorioden laitteistot tulevaisuuden tarpeet huomioiden. On syytä laatia pidemmän tähtäimen kehittämissuunnitelmat, esimerkiksi 5 ja 15 vuotta.

Historiaa

Ennakoivassa kehittämisessä on todella syytä pohtia koulutuksen tulevaisuutta monipuolisesti, jolloin eri näkemykset oppilaitoksen sisältä, alueelta ja muualta tulee oikeasti huomioiduiksi. Oppilaitoksen lyhyen historian aikana on kokeiltu erilaisia koulutusohjelmia, kuten tuotekehitys, logistiikka ja elektroniikan tuotantotekniikka. Tietotekniikka aloitettiin sähkötekniikan koulutusohjelman suuntautumisvaihtoehtona, sittemmin se muuttui omaksi koulutusohjelmaksi ja nyt takaisin sähkötekniikkaan koulutusohjelmaan sulautettujen järjestelmien suuntautumisvaihtoehdoksi.

Englanninkielisen koulutusohjelman aloitus aikanaan oli yliopettaja Risto Mäkikyrön aikaansaannos ja erittäin onnistunut sellainen. 2000-luvun alussa olisi pitänyt sen rinnalle

aloittaa sähkötekniikan englanninkielinen koulutusohjelma, mutta ns. savupiipputeollisuuden henkilöstön koulutus ei kiinnostanut tällöin. Kuitenkin jo 1990-luvulla useammalla sähkötekniikan kouluttajilla oli tavoitteena aikaansaada sähkövoima- ja automaatiotekniikan yhdistävän englanninkielisen koulutusohjelman aloittaminen. Ongelmana oli tällöin oppilaitoksen päättäjien kielteinen asenne tällaiseen ratkaisuun. Tällöin suomenkielisessä koulutuksessa opiskelijoiden kiinnostus kohdistui tietotekniikkaan ja automaatiotekniikkaan. Pienimmillään sähkövoimatekniikan opiskelijoiden määrä tipahti viiteen opiskelijaan suuntautumisvaihtoehdon valinneissa. Onneksi silloin järjestettiin myös viimeisiä teknikkokoulutuksia, joten teknikko- ja insinöörikoulutuksen yhteiskursseilla saatiin sähkövoima-alan koulutus säilymään, vaikka lopettamista esitettiin. Automaatiotekniikka kiinnosti tietotekniikan ohessa voimakkaasti, mutta silloinkin oli henkilöstössä opettajia, jotka halusivat hävittää vesiprosessin ja tilalle olisi pitänyt toteuttaa atk-luokka, jossa olisi simuloimalla opiskeltu prosessiautomaatiota. Näin oli vahvimman NOKIA-buumin aikaan ammattikorkeakouluissa 1990-luvun lopulla.

Nykytilanteessa opiskelijoista on kiinnostavinta sähkövoimatekniikka ja konetekniikka. Tuotantotalouden koulutusohjelma on vaakalaudalla opiskelijamäärien vuoksi. Käytännössä tulisi hyvinkin tarkkaan miettiä suomen- ja englanninkielisten koulutusten sisältöjä huomioiden alueen ja eri maiden koulutustarpeet. Tietotekniikan englanninkielinen koulutus on siirretty Rovaniemelle, joten sähkötekniikassa voidaan kouluttaa vain sähkövoimaa, automaatiota, niihin liittyviä sulautettuja järjestelmiä ja mahdollisesti energiatekniikkaa.

Menetelmät

Aivan kuten laboratorioden kehittämisessä tähänkin asti on järjestetty laajan osanottajapohjan kehittämiskokouksia, joissa tavoitteena on ollut huomioida alueen yritysten ja laitosten, sidosryhmien ja koulutuspolitiikan vaikutukset oppilaitoksen ja se opiskelijoiden ja opettajien käsitykseen tulevaisuuden insinöörien osaamisesta. Osaamistarpeet vaikuttavat insinöörien koulutussisältöihin ja siten laboratorioden laitekantaan. Lisäksi on huomioitava täydennyskoulutus suppeampiin ja laajempiin osaamistarpeisiin, jolloin laboratorioden oppimisympäristöt voivat olla osin pidempi- ja osin lyhytikäisiä, joskus jopa vain kurssikohtaisia. Olisi syytä aloittaa uudelleen erikoistumisopintojen tarjoaminen, esimerkiksi kunnossapidon, sähkövoimatekniikan, automaation ja energiatekniikan osa-alueilta, viimeistään laboratoriotilojen uudistamisen yhteydessä. Erikoistumisopintojen järjestämisen jälkeen olisi mahdollisuuksia ja opettajilla osaamista toteuttaa uusia ylempiä amk-tutkintoja tai suunnata nykyistä uudelleen sähkövoima-, automaatio- tai energiatekniikan osa-alueille.

Laboratorioden systemaattisen kehittämisen turvaamiseksi olisi syytä laatia skenaarioita pidemmällä tähtäimellä vaihtoehtoisille koulutustarpeille. Tällöin osattaisiin varautua erilaisiin tulevaisuuden kuviin ja ennakoida tulevia koulutustarpeita ja niiden muutoksia. Nykyisellään on nähtävissä kaivosteollisuuden ja energiatekniikan koulutustarpeiden kasvu. Etälaboratoriotöiden kehittämistä tulisi suunnitella saatujen käytännön kokemusten pohjalta, laajentamalla niiden toteutusta haluttuihin laboratorioihin ja koulutuksiin.

Tulevaisuudessa on nähtävissä mahdollisuus laajentaa sähkövoima- ja automaatiotekniikan koulutus höystettynä energiatekniikan koulutuksella englanninkieliseksi koulutukseksi. Tähän toteutukseen tulisi pyrkiä. Vastaavaa koulutusta ei muualla Suomessa ole ollut tar-

jolla. Koulutusohjelma voidaan toteuttaa omin voimin tai yhteistyönä muiden suomalaisten ja ulkomaisten ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen kanssa. Englanninkielisen sähkötekniikan koulutusohjelman kehittämisessä vain tuntuu oppilaitoksen osaajien kuuleminen jääneen vähälle huomiolle.

16. YHTEENVETO

Kehitystehtävässä on kuvattu sähköalan insinöörien entiset ja nykyiset koulutustavoitteet ja niistä on johdettu oppimistavoitteet ja esitelty koulutuksessa käytettävät opetusmenetelmät. Työssä on määritelty ja kuvattu oppimisympäristöjä, jotka ovat sähkövoimatekniikan ja automaatiotekniikan insinöörikoulutukselle keskeisiä ja tulevaisuuden tarpeita vastaavia. Oppimisympäristöjen kuvaukset on ryhmitetty laboratoriokohtaisesti keskeisiin kokonaisuuksiin. Liian tarkkoihin yksityiskohtaisiin oppimisympäristöjen kuvauksiin ei työkokonaisuuden ja laboratorioiden opetusalan laajuuden vuoksi voi mennä.

Tässä kehitystehtävässä saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Tämän kehitystehtävän aiheena on Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelman oppimisympäristöjen kehittäminen. Työssä oli vaikeutena ollut rajata sähkövoimatekniikan ja automaatiotekniikan oppimisympäristöjen kuvauksia lyhyemmiksi, koska kuvauksien kattavuus olisi voinut kärsiä liikaa ja toisaalta laveampi kuvaus olisi lisännyt työn pituutta liikaa.

Laborioiden kehittäminen on pitkäjänteistä toimintaa ja se ei pääty laajaankaan hankkeeseen, vaan hankkeen jälkeenkin on lisää kehittämistarpeita tekniikoiden kehittymisen, koulutustarpeiden muutosten ja alueen kehittymisen myötä. Näihin tulisi valmistautua ennakoinnin keinoin ja menetelmin ja ottaa ennakointiin mukaan myös ne opettajat, jotka kyseisiä aiheita ovat opettaneet ja opettavat myös tulevaisuudessa.

Tulevalle yritys yhteistyölle, TKI-toiminnalle ja palvelutoiminnalle laboratoriotilojen ja laboratorioiden laitekannan modernisointi antaa uusia mahdollisuuksia, joiden hyödyntämiseen tulisi panostaa jo hankkeen aikana yhteistyössä alueen toimijoiden kanssa.

17. LÄHDELUETTELO

- /1/ Alueellisen ennakkoinnin käytännön opas SUOMI. Euroopan komissio, EUR 20478, 2002.
- /2/ Ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneiden yleiset kompetenssit, ECTS projektin suositus 19.4.2006, <
<http://www.ncp.fi/.../Yleiset%20kompetenssit%20tutkintotasoitain%2019042006.pdf>
 > 15.6.2010.
- /3/ ARENE, Koulutusohjelmakohtaiset kompetenssit, automaatiotekniikan koulutusohjelma tai sähkötekniikan koulutusohjelma, automaatiotekniikan suuntautuminen, <
<http://www.ncp.fi/ects/materiaali/Automaatiotekniikan%20koulutusohjelma,%20kompetenssit%20052006.pdf> > 15.6.2010.
- /4/ ARENE, Koulutusohjelmakohtaiset kompetenssit, sähkötekniikan koulutusohjelma, sähkövoimatekniikan suuntautuminen, <
<http://www.ncp.fi/ects/materiaali/S%C3%A4hk%C3%B6tekniikan%20koulutusohjelma,%20kompetenssit%20052006.pdf> > 15.6.2010.
- /5/ ARENE, Koulutusohjelmakohtaiset kompetenssit, talotekniikan koulutusohjelma, <
<http://www.ncp.fi/ects/materiaali/Talotekniikan%20koulutusohjelma,%20kompetenssit%20062006.pdf> > 15.6.2010.
- /6/ ARENE, Koulutusohjelmakohtaiset kompetenssit, tietotekniikan koulutusohjelma, <
<http://www.ncp.fi/ects/materiaali/Tietotekniikan%20koulutusohjelman%20kompetenssit%20042006.pdf> > 15.6.2010.
- /7/ ARENE, Suositus koulutusohjelmakohtaisten osaamistavoitteiden määrittelystä ja niiden kuvaamisesta opetussuunnitelmassa, 1.12.2005,
 < <http://www.ncp.fi/ects/materiaali/SUOSITUS.rtf> > 15.6.2010.
- /8/ Armfield < <http://www.discoverarmfield.co.uk/?js=enabled> > 20.8.2010
- /9/ Auvinen P., Heikkilä J., Ilola H., Kallioinen O., Luopajarvi T., Raij K., Roslöf J., Suositus tutkintojen kansallisen viitekehityksen (NQF) ja tutkintojen yhteisten kompetenssien soveltamisesta ammattikorkeakouluissa, ARENE, 2010.
- /10/ Beamex < <http://www.beamex.com/fi/products/portable-calibrators.html> > 20.8.2010
- /11/ Christiani < <http://www.christiani-tvet.com/> > 20.8.2010
- /12/ ELWE < <http://www.elwe.com/gb/index.php> > 20.8.2010
- /13/ Etto, Jaakko, Laboratoriotilojen ja yleisten tilojen huonekortteja, sisäinen muistio, 21.1.2010

- /14/ Etto Jaakko, "RMM-Center" (Remote Maintenance Monitoring Center), Lapin lääninhalituksen osarahoittaman EAK hankkeen loppuraportti, Kemi, 2007
- /15/ Etto Jaakko, "RMM Center" Remote Maintenance Monitoring, loppuraportti, esittely, Kemi, 2007
- /16/ Etto, Jaakko, Tuotantopainotteinen koulutus Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun sähkötekniikassa, Insinöörikoulutuksen tiennäyttävä, HAMK 2005.
- /17/ Etto, Jaakko, Tuotantopainotteinen sähkötekniikan insinöörikoulutus, Insinöörikoulutuksen uusi maailma II, Foorumi 2010-hyvät käytännöt, HAMK e-julkaisu 2/2010, s. 233 - 236.
- /18/ Feedback < <http://www.feedback-group.com/products/educational-equipment/control-instrumentation> > 20.8.2010
- /19/ Festo < <http://www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/workstation-systems/?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4yMC40OTg> > 20.8.2010
- /20/ Festo opetuslaitteet < <http://www.festo-didactic.com/int-en/htm> > 20.8. 2010
- /21/ Fröblom Erno, Teollisuuden prosessisähkökeskusten moottorilähtöjen oppimisympäristö, opinnäytetyö, KTAMK 2010.
- /22/ Helakorpi, Seppo, Ammattikorkeakouluopettajan asiantuntijuus < <http://share.hamk.fi/aokk/~shelakorpi/AMK-ope/amkopeos.pdf> > 16.6.2010
- /23/ Helakorpi, Seppo, Ammattikorkeakouluopettajan asiantuntijuus < <http://openetti.aokk.fi/sisu/TEEMAT%20AIHEALUEITTAIN/Kasvatus%20ja%20yhtkunta/Koulun%20johtaminen/osaamjohtam.pdf> > 16.6.2010
- /24/ Helakorpi, Seppo, Työn taidot – Ajattelua, tekoja ja yhteistyötä, Hämeen ammattikorkeakoulun julkaisu 2/2005, Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu, 2005
- /25/ Insinööri, sähkövoimatekniikka I210 opetussuunnitelma, 16.8.1989 Kemin teknillinen oppilaitos, 1989.
- /26/ ISvet < http://www.isvet.fi/fin/Ammatillinen_koulutus/Opetusvalineet.23.html > 20.8.2010
- /27/ JJJ Automation opetuslaitteet < <http://www.jjj-automaatio.fi/yritys.php> > 20.8.2010
- /28/ Järvi Seppo, Sähkötekniikan opintojen osaamistavoitteiden päivittäminen, Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampere, 2008.
- /29/ Kauppi A., Monimutkaiset yritys ympäristöt avoimina oppimisympäristöinä, Koulun tietotekniikkakeskus, opetushallitus, Helsinki, 1995.

- /30/ Kolb, D. *Experiential Learning: experience as the source of learning and Development*, Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hal, 1984.
- /31/ K&H products < <http://www.kandh.com.tw/products.php> > 20.8.2010
- /32/ LD Didactic < <http://www.leybold-didactic.com/phk/produkte.asp?Overview=1> > 20.8.2010
- /33/ Lindblom-Ylänne S., Nevgi A. (toim.), *Yliopisto- ja korkeakouluopettajan käsikirja*, WSOY, 2003.
- /34/ Manninen J., *Kurssikoulutuksesta oppimisympäristöihin, aikuiskoulutuskäytäntöjen kehityslinjoja. Artikkeliteoksessa: Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisia oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä*, Helsinki, Palmenia, 2001.
- /35/ Mäkelä, Keijo et al (toim) *Ennakoiva tutkimus ja kehittäminen*, Hämeen ammattikorkeakoulun julkaisu D:136, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna, 2006.
- /36/ National Instruments < <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4523> > 20.8.2010
- /37/ Neuvonen-Rauhala, M-L, Niemi, S., Saikkonen, S., *Ennakointi korkeakoulutuksen kehittämisessä: ammatillisen ja amk-koulutuksen tutkimuspäivät* < www.oamk.fi/tapahtumia/tutkimuspaiivat/docs/esitykset/saikkonen.ppt > 16.6.2010
- /38/ Niemelä, Jarmo, *Sähkökojeiston suunnittelu opetustarkoitukseen, opinnäytetyö*, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi, 2010.
- /39/ *Oppimistyylien jako tiedonsaantitavan mukaan* < <https://webapps.jyu.fi/koppa/avoimet/mit/Verkkokurssin%20tuotantoprosessi/johdanto-verkkokurssien-maailmaan/teoriat-verkkokurssien-takana/oppimisen-eri-tyylit-ja-strategiat> > 16.8.2010
- /40/ *Oppimistyylit* < <http://www.tyossaoppi.fi/oppimistyylit.htm> > 16.8.2010
- /41/ *Oppimistyylit* < <http://www.amiedu.net/jokeri/oppiminen/oppimistyylit.htm> > 16.8.2010
- /42/ *Optinen mittaustekniikka:osaaminen* < <http://www.tokem.fi/?Deptid=12125> > 16.8.2010
- /43/ Paaso, Matti, *Automaatiotekniikan perusteiden oppimisympäristö*, Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 2009.
- /44/ Rauste-von Wright, M-L, Wright, J., Soini, T., *Oppiminen ja koulutus*, WSOY, Helsinki, 2003.
- /45/ Ronkainen, Petri, *Elektroniikan mitta- ja testaustekniikan laboratorioden esite*, KTAMK, 2010.

- /46/ Ruohotie, P., Oppiminen ja ammatillinen kasvu, WSOY, Helsinki, 2000.
- /47/ Salminen, Leena, Suhonen, Riitta, Oppiminen ja oppimismenetelmät ja niiden hyödyntäminen ammatillisen kehittymisen tukena - raportti täydennyskoulutuksesta ja sen mahdollisuuksista, Turun yliopisto ja Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna, 2008.
- /48/ Teklab < <http://www.teklab.fi/item.php?id=CALAB> > 20.8.2010
- /49/ Teknillisen korkeakoulutuksen kansallinen strategia: yhteistyössä tekniikasta laatua, Tekniikan akateemisten liitto TEK, Helsinki, 2008.
- /50/ Toimintaohje työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusvaatimusten huomioimiseksi sähkötyöiden koulutuksessa, 1.1.2009
<http://setifi.asiakkaat.sigmatic.fi/doc/esitteet/Sahkoalan_toisen_asteen_perehdyttaminen.pdf> 26.8.2010
- /51/ Tynjälä P., Oppiminen tiedonrakentajana, Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita, kirjayhtymä, Helsinki, 1999.
- /52/ Uudistavaa otetta insinöörikoulutukseen, Elinkeinoelämän keskusliitto, 2009 < http://www.hpl.fi/www/fi/tutkimukset_julkaisut/2010/Uudistavaa_otetta_insinoorikoulutukseen.pdf > 16.6.2010

18. LIITELUETTELO

- LIITE 1 Vuoden 2001 opetussuunnitelmien opintojaksot ja aikataulus
- LIITE 2 Vuoden 2007 opetussuunnitelmien opintojaksot ja aikataulus
- LIITE 3 Yhteiset ja suuntautumisvaihtoehtojen mukaiset kompetenssit sähkötekniikan koulutusohjelmassa
- LIITE 4 Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehdon kompetenssimatriisi vuodelta 2007 ja esimerkkiopintojakson ydinainesanalyysi
- LIITE 5 Sähkövoimatekniikan insinöörien lukusuunnitelma vuodelta 1989
- LIITE 6 Lapin uusiutuvien energioiden hankkeen hankintabudjetti.
- LIITE 7 Esimerkki vaativammasta sähköasennusharjoituksesta (OUMAN EH-60)
- LIITE 8 Sähkötöiden opettamisen vaateita oppimisympäristöille
- LIITE 9 Sähkökojeiston pääkaavioehdotus
- LIITE 10 Esimerkkejä laboratoriotilojen ja muiden opetustilojen huonekorteista

Vuoden 2001 opetussuunnitelmien opintojaksot ja aikataulutus

Päiväopetus

4. Syksy	vuosi 2004	4. Kevät	vuosi 2005
ammattillinen moduli III 10 ov amm. mod. I 2 ov amm. mod. II 2 ov harjoitteluseminaari Harjoittelu	vapaasti valittava	opinnäytetyö 10 ov	työharjoittelu keväällä tai kesäaikoina 20 ov
3. Syksy	vuosi 2003	3. kevät	vuosi 2004
Fysiikan sovellukset Englannin kieli 2 Matematiikan sovel. Kustannusten hallinta Harjoittelu	suuntaava 6 suuntaava 7 suuntaava 8 suuntaava 9 vapaasti valittava	Amm. mod. I 8 ov vapaasti valittava	Amm. mod II 8 ov Englannin kieli 3
Ruotsi Differentiaaliyhtälöt Lämpöoppi Sähköenergiat. per. harjoittelu	Ohjelmoitavat logiikat Automaatio ja säätötekn. per. Tuotantoautom. labor. Sähköenergiat. labor. vapaasti valittava	Englannin kieli 1 Suullinen viestintä Yrittäjyys Väräht.- ja aalto-oppi vapaasti valittava	suuntaava 1 suuntaava 2 suuntaava 3 suuntaava 4 suuntaava 5
1. syksy	vuosi 2001	1. kevät	vuosi 2002
Johdatus amk-opintoihin Tietotekniikan perusteet Kirjallinen viestintä Mekaniikan perusteet Matematiikan perusteet	Sähkötekniikan per. Sähkötekniikan labor. Ohjaustekn. ja anturit Sähköasennukset ja tur- vallisuus	Matematiikan jatkok. Diff. ja int. laskenta Sähkö- ja magn.kentät Tiedonhaku Projektitoiminta	Tasa- ja vaihtosähköpiirit Elektroniikan perusteet Piirianalyysi ja -simulointi Elektroniikan laboraatiot Ohjelmointitekniikka

Tutkinnon voi suorittaa myös tuotantopainotteisena, jolloin työharjoittelun laajuus on 40 ov, josta 20 ov laajuinen osuus suoritetaan kolmannen opiskeluvuoden syksyllä ohjattuna työharjoitteluna eri työpaikoissa. Tarkemmat ohjeet harjoittelusta on annettu erikseen. Tutkintoon vaadittava harjoittelu on tarkoitettu hankittavaksi opiskelun aikana.

Ammatilliset valinnaiset moduulit ovat laajuudeltaan 10 ov ja toteutettavat moduulit päätetään oppilaitoksen tarjonnan ja opiskelijoiden valintojen perusteella kolmannen opiskeluvuoden syksyllä. Valinnaisten moduulien tarjonta ja toteutus vaihtelee eri vuosina ja teknisen kehityksen myötä moduulien ja kurssien sisältö uudistuu, esimerkiksi moduulien nimistä ja kursseista taulukossa.

Vuoden 2001 opetusuunnitelmien opintojaksot ja aikataulutus

Iltaopetus: asentajasta (aikuisesta) insinööriksi 2001

OPS2001 ilta
Sähkötekniikan tuotantopainoinen koulutusohjelma,
suuntautumisvaihtoehdot: automaatio, sähkövoimatekniikka
AIN01

1. vuosi syksy 2001	2. vuosi syksy 2002	3. vuosi syksy 2003	4. vuosi syksy 2004
Johdatus AMK opintoihin			Moduuli 2_1
Tietotekniikan perusteet	Lämpöpöppi	Ohjelmiasovelukset	Moduuli 2_2
Matematiikan perusteet	Differentiaaliyhtälöt	Projektitoiminta	Moduuli 2_3
Mekaniikan perusteet	Kirjallinen viestintä	Ohjelmoitavat logiikat	Moduuli 2_4
Sähköt. ja elektroniikan perusteet	Automaatio ja säätötekn perusteet	Tiedonhaku	Moduuli 2_5
Sähkötekniikan laboraatiot	Tuotantoautomaation laboraatiot	Moduuli 1_1	Vapaasti valittava_1
Sähköasennukset ja turvallisuus	Sähköenergiatekniikan perusteet	Moduuli 1_2	Vapaasti valittava_2

1. vuosi kevät 2002	2. vuosi kevät 2003	3. vuosi kevät 2004	4. vuosi kevät 2005
Matematiikan jatkokurssi	Sähköenergiatekniikan laboraatiot	Moduuli 1_3	Vapaasti valittava 3 - 5
Differentiaali- ja integraalilaskenta	Englannin kieli 1	Moduuli 1_4	Yrittäjyys
Sähkö- ja magneettikentät	Väriahvitys- ja aalto-oppi	Moduuli 1_5	Ruotsi
Tasa- ja vaihtosähköpiirit	Suuntaava 1	Moduuli 2_1	Opinnäytetyö 10 ov
Elektroniikka ja digitaalitekniikka	Suuntaava 2	Moduuli 2_2	
Piirianalyysi ja simulointi	Suuntaava 3	Moduuli 2_3	
Elektroniikan laboraatiot	Suuntaava 4	Englannin kieli 2	
Ohjaustekniikka ja anturit	Suuntaava 5	Suullinen viestintä	

Perusopintoja	34 ov
Ammatinopintoja	30 ov
Suuntautumisvaihtoehtojen opintoja	10 ov
Valinnaiset ammatilliset moduulit	26 ov
Työharjoittelu	20 ov*
Ohjattu työharjoittelu	20 ov*
Vapaasti valittavat opinnot	10 ov
Opinnäytetyö	10 ov

Vuoden 2001 opetusuunnitelmien opintojaksot ja aikataulutus

Iltaopetus: sähköalan teknikosta insinööriksi 2001, muut HOPS tarpeen mukaisesti

OPS2001

Sähkötekniikan koulutusohjelma,
suuntautumisvaihtoehdot: automaatio, sähkövoimatekniikka
TIN01 sähköalan teknikosta insinööriksi

1. vuosi syksy 2001	2. vuosi syksy 2002	3. vuosi syksy 2003
Johdatus AMK opintoihin	Lämpöpöppi	Moduuli 3_1
Englannin kieli 1	Differentiaaliyhtälöt	Moduuli 3_2
Ruotsi	Yrittäjyys	Moduuli 3_3
Kirjallinen ja suullinen viestintä	Vapaasti valittava _1	Moduuli 3_4
Ohjelmoitavat logiikat	Vapaasti valittava _2	Moduuli 3_5
Moduuli 2_1	Vapaasti valittava _3	Moduuli 1_1
Moduuli 2_2	Vapaasti valittava _4	Moduuli 1_2

1. vuosi kevät 2002	2. vuosi kevät kevät 2003	3. vuosi kevät 2004
Matematiikan jatkokurssi	Vapaasti valittava _5	Moduuli 1_3
Differentiaali- ja integraalilaskenta	Värehrely- ja aalto-oppi	Moduuli 1_4
Sähkö- ja magneettikentät	Tiedonhaku	Moduuli 1_5
Piirianalyysi ja simulointi	Suuntaava 1	Opinnäytetyö 10 ov
Englannin kieli 2	Suuntaava 2	
Moduuli 2_3	Suuntaava 3	
Moduuli 2_4	Suuntaava 4	
Moduuli 2_5	Suuntaava 5	

Teknikon tutkinto	70 ov
Perusopinnot	24 ov
Ammattiopinnot	6 ov
Suuntautumisvaihtoehtojen opinnot	10 ov
Valinnaiset ammatilliset moduulit	30 ov
Vapaasti valittavat opinnot	10 ov
Opinnäytetyö	10 ov

Vuoden 2007 opetussuunnitelmien opintojaksot ja aikataulutus

Päiväopetus, esimerkkinä sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehdot

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Opintojen sisältö

Koodi	Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto Opintokokonaisuus/opintojakso	1. vuosi		2. vuosi		3. vuosi		4. vuosi		Yht. op
		syk	kev	syk	kev	syk	kev	syk	kev	
	PERUSOPINNOT									60
	Suomen kieli ja viestintä 6 op									
3Y2001	Kirjallinen viestintä	3								3
3Y2002	Suullinen viestintä			3						3
	Englannin kieli ja viestintä 9 op									
3Y2301	English communication skills for engineering		3							3
3Y2302	Business english for engineering			3						3
3Y2303	Advanced english for engineering			3						3
	Ruotsin kieli 3 op									
3Y2304	Ruotsin kieli ja viestintä							3		3
	Matematiikka 15 op									
3Y2100	Matematiikan perusteet	3								3
3Y2101	Matematiikan jatkokurssi		3							3
3Y2102	Differensiaal- ja integraalilaskenta		3							3
3Y2103	Differensiaalivhtälöt			3						3
3Y2104	Matematiikan sovellukset					3				3
	Fysiikka 15 op									
3Y2200	Mekaniikan perusteet	3								3
3Y2201	Sähkö- ja magneettikentät		3							3
3Y2202	Lämpöoppi			3						3
3Y2203	Värähtely- ja aaltooppi			3						3
3Y2204	Fysiikan jatkokurssi					3				3
	Oppiminen, osaaminen ja tutkimus 12 op									
3Y2401	Opiskelutaidot ja ammatillinen kasvu	3								3
3Y2402	Tiedonhaku ja e-oppiminen		3							3
3Y2403	Osaaminen, innovaatiot ja liiketoiminta					3				3
3Y2404	Ammattikorkeakoulun tutkimustoiminta						3			3
	SÄHKÖTEKNIIKAN AMMATTIOPINNOT									48
	Sähköalan tietotekniikka 6 op									
3S0511	Tietotekniikka sähköalalla	3								3
3S0512	Teollisuustalouden perusteet					3				3
	Sähköpiirien perusopinnot 12 op									
3S0521	Sähköpiirien perusteet	3								3
3S0522	Tasa- ja vaihtosähköpiirit		3							3
3S0523	Sähköpiirien laboratoriotyöt	3								3
3S0524	Piirianalyysi ja simulointi		3							3
	Elektroniikan perusopinnot 9 op									
3S0531	Elektroniikan perusteet		3							3
3S0532	Elektroniikan laboratoriotyöt		3							3
3S0533	Elektroniikkatuotannon perusteet			3						3

Vuoden 2007 opetusuunnitelmien opintojaksot ja aikataulutus

Iltapetetus: asentajasta (aikuisesta) insinööriksi 2007

OPS2007 iltä

Sähkötekniikan tuotantopainotteinen koulutusohjelma,
suuntautumisvaihtoehdot: automaatio, sähkövoimatekniikka
S07AI

1. vuosi syksy 2007	2. vuosi syksy 2008	3. vuosi syksy 2009	4. vuosi syksy 2010
Opiskelutaidot ja amm. kasvu	Tiedonhaku ja e-oppiminen/vap.val	Moduuli 1_1	Moduuli 3_4 /vap.val
Tietotekniikka sähköalalla	Lämpöoppi	Moduuli 1_2	Moduuli 3_5/vap.val
Matematiikan perusteet	Differentiaaliyhtälöt	Moduuli 1_3	Elektronikan tuotantotekniikan per.
Mekaniikan perusteet	Kirjallinen viestintä	Moduuli 1_4	Osaaminen, innovaatiot ja liiketoiminta
Sähköpiirien perusteet	Automaatio ja säätök.perusteet	Moduuli 1_5	Ruotsi
Sähköpiirien laboratoriotyöt	Tuotantoautomaation laboraatiot	Moduuli 2_1	AMK tutkimustoiminta
Sähköasennukset ja turvallisuus	Sähkövoimatekniikan perusteet	Moduuli 2_2	Ohjelmoitavat logiikat/kehittäväylät
1. vuosi kevät 2008	2. vuosi kevät 2009	3. vuosi kevät 2010	4. vuosi kevät 2011
Matematiikan jatkokurssi	Sähkövoimatekniikan laboraatiot	Moduuli 2_3	Vapaasti valittava 1-3
Differentiaali- ja integraalilaskenta	Englannin kieli 1	Moduuli 2_4	Vapaasti valittava 4
Sähkö- ja magneettitekniikat	Väri- ja aalto-oppi	Moduuli 2_5	Vapaasti valittava 5
Tasa- ja vaihtosähköpiirit	Suuntaava 1	Moduuli 3_1	Opinnäytetyö 15 op
Elektronikan perusteet	Suuntaava 2	Moduuli 3_2	
Piirianalyysi ja simulointi	Suuntaava 3	Moduuli 3_3	
Elektronikan laboratoriotyöt	Suuntaava 4	Englannin kieli 2	
Ohjaustekniikka ja anturit	Suuntaava 5	Suullinen viestintä	

Perusopintoja	51 op
Ammattiopintoja	45 op
Suuntautumisvaihtoehtojen opintoja	15 op
Valinnaiset ammatilliset moduulit	39 op
Työharjoittelu	30 op*
Ohjattu työharjoittelu	30 op*
Vapaasti valittavat opinnot	15 op
Opinnäytetyö	15 op

Vuoden 2007 opetussuunnitelmien opintojaksot ja aikataulutus

Iltaopetus: sähköalan teknikosta insinööriksi 2007 , muut HOPS tarpeen mukaisesti

OPS2007 Sähkötekniikan koulutusohjelma, suuntautumisvaihtoehdot: automaatio, sähkövoimatekniikka S07II sähköalan teknikosta insinööriksi			
1. vuosi syksy 2007	2. vuosi syksy 2008	3. vuosi syksy 2009	
Opiskelutaidot ja amm. kasvu	Lämpöoppi	Moduuli 1_1	
Ruotsi	Differentiaaliyhtälöt	Moduuli 1_2	
Tiedonhaku ja e-oppiminen	Kirjallinen ja suullinen viestintä	Moduuli 1_3	
Tietotekniikka sähköalalla	Moduuli 2_3	Moduuli 1_4	
Ohjelmoitavat logiikat	Moduuli 2_4	AMK tutkimustoiminta	
Vapaasti valittava_1	osaaminen, innovaatiot ja liiketoiminta	Moduuli 3_1	
Vapaasti valittava_2	Englannin kieli 2	Moduuli 3_2	
1. vuosi kevät 2008	2. vuosi kevät 2009	3. vuosi kevät 2010	
Matematiikan jatkokurssi	Moduuli 2_5	Moduuli 3_3	
Differentiaali- ja integraalilaskenta	Värähtely- ja aalto-oppi	Moduuli 3_4	
Sähkö- ja magneettikentät	Vapaasti valittava_4	Moduuli 3_5	
Piirianalyysi ja simulointi	Suuntaava 1	Opinnäytetyö 15 op	
Englannin kieli 1	Suuntaava 2	Moduuli 1_5	
Moduuli 2_1	Suuntaava 3	Vapaasti valittava_5	
Moduuli 2_2	Suuntaava 4		
Vapaasti valittava_3	Suuntaava 5		

Teknikon tutkinto	105 op
Perusopintoja	36 op
Ammattiopintoja	9 op
Suuntautumisvaihtoehtojen opintoja	15 op
Valinnaiset ammatilliset moduulit	45 op
Vapaasti valittavat opinnot	15 op
Opinnäytetyö	15 op

ARENE RY:N SUOSITUS AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTOJEN YHTEISIKSI KOMPETENSSEIKSI

	Osaamisen kuvaus, ammattikorkeakoulututkinto	Osaamisen kuvaus, ylempi ammattikorkeakoulututkinto
OPPIMISEN TAIDOT	<ul style="list-style-type: none"> - osaa arvioida ja kehittää osaamistaan ja oppimistapojaan - osaa hankkia, käsitellä ja arvioida tietoa kriittisesti - kykenee ottamaan vastuuta ryhmän oppimisesta ja opitun jakamisesta 	<ul style="list-style-type: none"> - osaa monipuolisesti ja tavoitteellisesti arvioida ja kehittää asiantuntijuuttaan - osaa hankkia, käsitellä, tuottaa ja arvioida tietoa kriittisesti ja eri alojen näkökulmista - kykenee ottamaan vastuuta yhteisön tavoitteellisesta oppimisesta
EETTINEN OSAAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> - kykenee ottamaan vastuun omasta toiminnastaan ja sen seurauksista - osaa toimia alansa ammattieettisten periaatteiden mukaisesti - osaa ottaa erilaiset toimijat huomioon työskentelyssään - osaa soveltaa tasa-arvoisuuden periaatteita - osaa soveltaa kestävän kehityksen periaatteita - kykenee vaikuttamaan yhteiskunnallisesti osaamistaan hyödyntäen ja eettisiin arvoihin perustuen 	<ul style="list-style-type: none"> - kykenee ottamaan vastuuta yhteisön toiminnasta ja sen seurauksista - osaa soveltaa alansa ammattieettisiä periaatteita asiantuntijana ja työelämän kehittäjänä - osaa tehdä ratkaisuja ottaen huomioon yksilön ja yhteisön näkökulmat - osaa edistää tasa-arvoisuuden periaatteiden toteutumista työyhteisössä - osaa edistää kestävän kehityksen periaatteiden ja yhteiskuntavastuun toteutumista - kykenee johtamaan yhteiskunnallisesti vaikuttavaa toimintaa eettisiin arvoihin perustuen

TYÖYHTEISÖOSAAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> - osaa toimia työyhteisön jäsenenä ja edistää yhteisön hyvinvointia - osaa toimia työelämän viestintä- ja vuorovaikutustilanteissa - osaa hyödyntää tieto- ja viestintätekniikkaa oman alansa tehtävissä - kykenee luomaan henkilökohtaisia työelämäyhteyksiä ja toimimaan verkostoissa - osaa tehdä päätöksiä ennakoimattomissa tilanteissa - kykenee työn johtamiseen ja itseenäiseen työskentelyyn asiantuntijatehtävissä - omaa valmiuksia yrittäjyyteen 	<ul style="list-style-type: none"> - osaa kehittää työyhteisön toimintaa ja työhyvinvointia - osaa kehittää työelämän monialaista viestintää ja vuorovaikutusta - osaa soveltaa tieto- ja viestintätekniikkaa tehtävissään - osaa luoda verkostoja ja kumppanuuksia - osaa johtaa ja uudistaa toimintaa monimutkaisissa ja ennakoimattomissa toimintaympäristöissä - kykenee toimimaan vaativissa asiantuntijatehtävissä, johtamistehtävissä tai yrittäjänä
INNOVAATIO-OSAAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> - kykenee luovaan ongelmanratkaisuun ja työtapojen kehittämiseen - osaa työskennellä projekteissa - osaa toteuttaa tutkimus- ja kehittämishankkeita soveltaen alan olemassa olevaa tietoa ja menetelmiä - osaa etsiä asiakaslähtöisiä, kestäviä ja taloudellisesti kannattavia ratkaisuja 	<ul style="list-style-type: none"> - osaa tuottaa uutta tietoa ja uudistaa toimintatapoja yhdistäen eri alojen osaamista - osaa johtaa projekteja - osaa johtaa tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiohankkeita sekä hallitsee tutkimus- ja kehitystoiminnan menetelmiä - osaa kehittää asiakaslähtöistä, kestäväää ja taloudellisesti kannattavaa toimintaa
KANSAINVÄLISTYMISS-OSAAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> - omaa alansa työtehtävissä ja niissä kehittämisessä tarvittavan kieli- taidon - kykenee monikulttuuriseen yhteistyöhön - osaa ottaa työssään huomioon alansa kansainvälisyys-kehityksen vaikutuksia ja mahdollisuuksia 	<ul style="list-style-type: none"> - kykenee kansainväliseen viestintään työtehtävissään ja toiminnan kehittämisessä - osaa toimia kansainvälisissä toimintaympäristöissä - osaa ennakoida kansainvälisyyskehityksen vaikutuksia ja mahdollisuuksia omalla ammattialallaan

Ammattikorkeakoulujen osallistuminen
eurooppalaiseen korkeakoulutusalueeseen

KOULUTUSOHJELMAKOHTAISET KOMPETENSSIT, 05/2006

Sähkötekniikan koulutusohjelma, sähkövoimatekniikan suuntautuminen

Laadintyön vastuhenkilö	Jarkko Lehtonen
Organisaatio	Tampereen ammattikorkeakoulu
Osoite	Teiskontie 33, PL 21, 33521 Tampere
Puhelin	020-7147 352 tai 040-723 9590
Sähköposti	jarkko.lehtonen@tamk.fi

Koulutusohjelmakohtaiset kompetenssit Sähkötekniikan koulutusohjelma	Osaamisalueen kuvaus Insinööri (AMK)
Sähkötekniinen ja muu perusosaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ osaa hyödyntää matemaattisia menetelmiä ja työkaluja alan ilmiöiden kuvaamiseen ja ongelmien ratkaisuun ▪ tuntee alan sovellutuksissa tärkeät fysiikan lainalaisuudet, erityisesti sähkömagneettisten ilmiöiden osalta ▪ tuntee elektroniikan komponentit ja peruskytkenät. ▪ hallitsee sähkötekniiset perusmittaukset ▪ omaa tietotekniikan perustaidot
Suunnitteluosaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tuntee oman alan suunnitteluprosessit, -menetelmät ja -työkalut ▪ osaa mitoittaa ja valita laitteita ja komponentteja teknistaloudellisilla periaatteilla ▪ hallitsee standardien mukaisen dokumentoinnin ▪ ymmärtää standardien merkityksen ja osaa soveltaa niitä omalla alalla suunnittelun kaikissa työvaiheissa ▪ tuntee laatu järjestelmien merkityksen ▪ ymmärtää tuotteen elinkaariajattelun
Sähkö- ja laiteturvallisuuden osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tuntee oman alansa keskeiset sähkö- ja laiteturvallisuuden liittyvät lait ja määräykset ja osaa soveltaa niitä käytännössä ▪ omaa myönteisen asenteen turvallisten työtapojen ja menetelmien noudattamiseen ja kehittämiseen
Yritys- ja tuotantotalouden osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tuntee kannattavan liiketoiminnan edellytykset sekä taloudellisen suunnittelun ja ohjauksen tärkeimmät työkalut ▪ hallitsee taitoja osallistua projekti-toimintaan sekä johtaa ihmisiä, prosesseja ja projekteja ▪ tuntee yrittäjyyden, markkinoinnin sekä teollisuuden palveluliiketoimintojen peruseriaatteet
Sähköjakelun ja rakennusten sähköjärjestelmien osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ yleisen sähköjakeluverkon ja rakennusten sähköverkon tuntemus ▪ osaa mitoittaa sähköjakeluverkon ja rakennusten sähköverkon komponentit ▪ sähköjakelun kojeitten ja kojeistojen sekä sähköjärjestelmien suojausten ja käytönvalvonnan tuntemus
Sähkökoneiden ja sähkökäyttöjen osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sähkömoottorikäyttöjen tuntemus ▪ osaa mitoittaa vakionopeus- ja säädettävien moottorikäyttöjen komponentit ▪ tuntee sähkökäyttöjen suojaus- ja ohjausmenetelmät mukaan lukien ohjelmoitavat logikat ja väyläratkaisut

Ammattikorkeakoulujen osallistuminen
eurooppalaiseen korkeakoulutusalueeseen

KOULUTUSOHJELMAKOHTAISET KOMPETENSSIT, 05/2006

Automaatiotekniikan koulutusohjelma ja

Sähkötekniikan koulutusohjelma, automaatiotekniikan suuntautuminen

Laadintyön vastuhenkilö	Jarkko Lehtonen
Organisaatio	Tampereen ammattikorkeakoulu
Osoite	Teiskontie 33, PL 21, 33521 Tampere
Puhelin	020-7147 352 tai 040-723 9590
Sähköposti	jarkko.lehtonen@tamk.fi

Koulutusohjelmakohtaiset kompetenssit	Osaamisalueen kuvaus
Automaatiotekniikan koulutusohjelma	Insinööri (AMK)
Sähkötekniinen ja muu perusosaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ osaa hyödyntää matemaattisia menetelmiä ja työkaluja alan ilmiöiden kuvaamiseen ja ongelmien ratkaisuun ▪ tuntee alan sovellutuksissa tärkeät fysiikan lainalaisuudet, erityisesti sähkömagneettisten ilmiöiden osalta ▪ tuntee elektroniikan komponentit ja peruskytkennät ▪ hallitsee sähkötekniiset perusmittaukset ▪ omaa tietotekniikan perustaidot
Suunnitteluosaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tuntee oman alan suunnitteluprosessit, -menetelmät ja -työkalut ▪ osaa mitoittaa ja valita laitteita ja komponentteja teknistaloudellisilla periaatteilla ▪ hallitsee standardien mukaisen dokumentoinnin ▪ ymmärtää standardien merkityksen ja osaa soveltaa niitä omalla alalla suunnittelun kaikissa työvaiheissa ▪ tuntee laatu järjestelmien merkityksen ▪ ymmärtää tuotteen elinkaariajattelun
Sähkö- ja laiteturvallisuuden osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tuntee oman alansa keskeiset sähkö- ja laiteturvallisuuteen liittyvät lait ja määräykset ja osaa soveltaa niitä käytännössä ▪ omaa myönteisen asenteen turvallisten työtapojen ja menetelmien noudattamiseen ja kehittämiseen
Yritys- ja tuotantotalouden osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ tuntee kannattavan liiketoiminnan edellytykset sekä taloudellisen suunnittelun ja ohjauksen tärkeimmät työkalut ▪ hallitsee taitoja osallistua projekti-toimintaan sekä johtaa ihmisiä, prosesseja ja projekteja ▪ tuntee yrittäjyyden, markkinoinnin sekä teollisuuden palveluliiketoimintojen peruseriaatteet

Peruspiirien hallinta	<ul style="list-style-type: none">▪ osaa suunnitella mittaus-, säätö-, venttiili- ja moottoripiirit▪ hallitsee konventionaalisen takaisinkytketyn säätöpiirin teorian▪ osaa tehdä prosessikokeita, laatia prosessidynamiikalle perusmalleja ja käyttää PID-säätöpiirin viritysmenetelmiä▪ osaa toteuttaa mittaus-, säätö-, venttiili- ja moottoripiirit ohjelma- ja laitetasolla
Prosessi-, laite- ja järjestelmäosaaminen	<ul style="list-style-type: none">▪ tuntee tyypilliset tuotantoprosessit ja -koneet▪ tuntee keskeiset prosesseissa käytettävät anturit, lähettimet ja toimilaitteet▪ tuntee ohjaus- ja säätöjärjestelmien rakenteen sekä kunnossapitonäkökohdat▪ osaa toteuttaa ohjaus- ja säätösovelluksia ohjelmoitavalla logikalla ja prosessinohjausjärjestelmällä.▪ hallitsee automaatiojärjestelmän HW- ja SW-suunnittelun määrittelyvaiheesta toteutukseen asti



KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikka

Koulutusohjelma: Sähkötekniikka

Suuntautuminen: Sähkövoimatekniikka

yleiset työelämävalmiudet

ammattillinen erikoisosaaminen

		laajuus	itsensä kehittämisen	eeittinen osaaminen	viestintä- ja vuorovaikutus	kehittämistoiminnan	organisaatio- ja yhteiskunta	kansainvälisyysosaaminen	Sähkötekniikan	suunnitteluosaaminen	Sähkö- ja laiteturvallisuus	yritys- ja tuotantotalous	Sähkönjakelu+rakennussähkö	Sähkökoneet ja -käytöt
opintovuodet	Opintojaksot													
vuositeemat														
osaamistavoitteet														
1. opintovuosi		60												
vuositeema: sähkötekniikan perusosaaminen	3Y2401 Opiskelutaidot ja ammatillinen	3	x	x	x									
	3Y2402 Tiedonhaku ja e-oppiminen	3	x	x	x		x	x						
	3Y2001 Kirjallinen viestintä	3			x									
osaamistavoitteet: sähköalan ja matemaattisluonnontieteellisen osaamisen perusteet	3Y2301 English Communication skills	3			x			x						
	3Y2100 Matematiikan perusteet	3							x					
	3Y2101 Matematiikan jatkokurssi	3							x					
	3Y2102 Differentiaali- ja integraalilaskenta	3							x					
	3Y2200 Mekaniikan perusteet	3							x					
	3Y2201 Sähkö- ja magneettikentät	3							x					
	3S0511 Tietotekniikka sähköalalla	3	x		x				x					
	3S0521 Sähköpiirien perusteet	3							x					
	3S0522 Tasa- ja vaihtosähköpiirit	3							x					
	3S0523 Sähköpiirien laboratoriotyöt	3					x		x					
	3S0524 Piirianalyysi- ja simulointi	3							x					
	3S0531 Elektronikan perusteet	3							x					
	3S0532 Elektronikan laboratoriotyöt	3					x		x					
	3S0541 Ohjaustekniikka ja anturit	3					x		x		x			
	3S0551 Sähköasennukset ja turvallisuus	3					x		x		x			
	Vapaasti valittava opintojakso	3	x											
	3S9510 Ammatillinen harjoittelu 1	3	x	x	x		x	x	x		x	x		
2. opintovuosi		60												
vuositeema: ammatillinen perusosaaminen	3Y2002 Suullinen viestintä	3			x									
	3Y2302 Business English for Engineering	3			x			x				x		
	3Y2303 Advanced English for Engineering	3			x			x	x					
osaamistavoitteet: oman sähköalan osaamisen perusteet	3Y2103 Differentiaalivhtälöt	3							x					
	3Y2203 Lämpöoppi	3							x					
	3Y2204 Varähtely- ja aalto-oppi	3							x					
	3S0533 Elektroniikkatuotannon perusteet	3					x		x			x		
	3S0542 Ohjelmoitavat logiikat	3							x	x				
	3S0543 Automaatio- ja säätötekniikan perusteet	3							x					
	3S0544 Tuotantoautomaation laboratoriotyöt	3							x		x			x
	3S0552 Sähkövoimatekniikan perusteet	3							x		x			x
	3S0553 Sähkövoimatekniikan laboratoriotyöt	3							x		x			x
	3S1531 Sähkönjakelutekniikka	3							x		x			x
	3S1532 Sähkökoneet	3							x					x
	3S1533 Sähköasennusten perusteet	3							x	x	x			x
	3S1534 Sähkövoiman käyttötekniikat	3							x					x
	3S1535 Sähkökoneiden ja -käyttöjen lab.työt	3							x	x	x			x
	Vapaasti valittava opintojakso	3	x											
	3S9511 Ammatillinen harjoittelu 2	6	x	x	x		x	x	x		x	x		

3. opintovuosi		60																					
Vuositeema:	3Y2403 Osaaminen, innovaatiot ja liiketoiminta	3	x	x			x	x	x													x	
Ammatillinen osaaminen	3Y2104 Matematiikan sovellukset	3								x													
	3Y2205 Fysiikan jatkokurssi	3									x												
osaamistavoitteet:	3S0512 Teollisuustalous ja kustannuslaskenta	3					x	x															x
sähkövoimatekniikan ammatillinen erityisosaaminen	3S1516 Dokumentointi sähköalalla	3									x	x											
	3S1537 Sähkövoimatekniikan tietotekniikka	3									x	x											
	3S1538 Sähkövoimatekniikan projektityö	3	x				x	x	x		x										x		
	3S1539 Sähkövoimatekniikan lab.työt 2	3									x	x	x								x	x	x
	Mod1 1 Sähkökunnossapito	3									x											x	x
	Mod1 2 Sähköasennukset ja käyttöönotto	3									x											x	
	Mod1 3 Sähköverkot	3														x	x	x				x	x
	Mod1 4 Sähkökäyttöjen automaatio	3														x	x						x
	Mod1 5 Sähkövoima laboratoriotyöt	3										x	x	x								x	x
	Mod2 1 Rakennusten sähköasennukset	3														x	x	x	x				x
	Mod2 2 Rakennusten sähkösuunnittelu	3														x	x	x				x	
	Mod2 3 LVI ja kiinteistöautomaatio	3														x	x						x
	Vapaasti valittava opintojakso	3	x																				
	Vapaasti valittava opintojakso	3	x																				
	3S9512 Ammatillinen harjoittelu 3	6	x	x	x			x	x	x												x	x
4. opintovuosi		60																					
Vuositeema:	3Y2404 Ammattikorkeakoulun tutkimustoiminta	3						x		x	x	x											
insinöörin osaaminen	3Y2304 Ruotsin kieli	3									x												
	Mod2 4 Heikkovirtajärjestelmät	3														x	x						x
osaamistavoitteet:	Mod2 5 Sähköasennusten projektityö	3	x				x	x	x							x	x	x				x	x
sähkövoima-alan ammattiosaajan valmiudet	Mod3 1 Voimansiirto ja relesuojaus	3															x	x					x
	Mod3 2 Sähköverkot ja käyttö	3														x	x	x					x
	Mod3 3 Sähköjakeluverkon suunnittelu	3														x	x	x					x
	Mod3 4 Sähköjakelutekniikan laboratoriotyöt	3														x	x	x					x
	Mod3 5 Sähköjakelutekniikan projektityö	3	x					x	x	x						x	x	x					x
	Vapaasti valittava opintojakso	3	x																				
	3S9520 Ammatillinen harjoittelu 4	15	x	x	x			x	x	x						x	x	x					x
	3S9500 Opinnäytetyö	15	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	x					x

1. Opintojakson tunnistus

Koulutusohjelma - Sähkötekniikka

Opintojakso kuuluu - Suuntaavat ammattiopinnot

Opintojakson nimi - Dokumentointi sähköalalla

Laajuus - 3

Koodi - 3S1516

Pvm. - 25.3.2009

Vastaava opettaja - Jaakko Etto

Muut opettajat - Aila Petäjäjärvi

Sisältökuvauksen laatijat - Jaakko Etto

Opintojakson ajoitus - 3

Moduuli - Suuntaavat ammattiopinnot

2. Opintojakson ydinainesanalyysi

a) ammatillis-tiedollinen näkökulma

Ydinaines

Standardien mukaisten sähköalan (sähköistys ja automaatio) teknisten piirustusten kaavioiden ja dokumenttien lukeminen, ymmärtäminen ja laatiminen. Mitä ovat standardit, kuka laatii ja millä menettelyllä. Sähköalan erilaiset tekniset dokumentit ja piirustukset, piirrosmerkit, standardit. koneenpiirustuksen perusteet standardointi ja sen merkitys, piirustusten luokittelu, piirrosmerkit käsivarainen piirtäminen, piirustusten tulkinta.

Täydentävä osaaminen

Tietokoneavusteinen suunnittelu ja piirtäminen

Erityisosaaminen

-

a) ammatillis-aidollinen näkökulma

Ydinaines

Opiskelija osaa etsiä tietoja standardeista, ymmärtää sähköalan piirrosmerkit, piirustusten tarkoitukset, osaa lukea ja tulkita dokumentteja, osaa piirtää sähkötekniisiä dokumentteja, osaa käyttää hyödyksi esimerkki ja mallidokumentteja.

Täydentävä osaaminen

-

Erityisosaaminen

-

Opintojaksolle osallistumiseen tarvittava perusosaaminen

Sähkötekniikan perusteet ja käsitteet

Opintojakson tavoite ja opiskeltava opintokokonaisuus

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa laatia ja lukea standardien mukaisia sähköteknisiä piirustuksia, kaavioita ja dokumentteja. Lisäksi opiskelija osaa tulkita eri alojen piirustuksia siten, että pystyy kommunikoimaan niiden avulla ja suunnittelemaan niihin liittyvää sähköistystä, ohjauksia ja automatisointia. Sisältö: Sähköalan erilaiset tekniset dokumentit ja piirustukset, piirrosmerkit, standardit, koneenpiirustuksen perusteet, standardointi ja sen merkitys, piirustusten luokittelu, piirrosmerkit, tietokoneavusteinen suunnittelu ja piirtäminen, käsinvaraispiirtäminen, piirustusten tulkinta ja dokumenttien laadinta.

3. Opintojakson opetusmenetelmä- ja kuormittavuusanalyysi

Opetusmenetelmä	Opiskelijan työaika h	Opettajan opetustunnit h	Opettajan valmistelu-aika h
Luennot	10	10	0
Harjoitustyöt	28	28	0
Laboraatiot (laskuharjoitukset yms.)	0	0	0
Kirjalliset ja suulliset esitykset (seminaariesitelmät, harjoittelukertomukset, työselostukset yms.)	20	0	0
Ohjattu harjoittelu	0	0	0
Harjoittelu	0	0	0
Ohjaus (projektit, ongelmalähtöinen opetus, erikoistyöt, opinnäytetyöt)	0	0	0
Verkkotyöskentely	0	0	0
Tenttiin valmistautuminen (opettajalla valmistelu, valvonta, tarkastus)	15	2	0
Vierailut (vierailuaika ja matkustusaika)	0	0	0
Muu	7	0	0
Yhteensä	80	40	0

Opintojaksolla käytettävä tieto- ja viestintäteknikka

Kurssin kotisivu - EI

Sähköpostin käyttö esim. aikatauluista tiedottamisessa - EI

Sähköpostin käyttö opiskelijoiden ohjauksessa - ON

Oppimisympäristö (WebCT/Moodle/LearnLink/...) - ON

Muu ryhmätyöohjelmisto - EI

Mobiiliviestintä - EI

Videoneuvottelu - EI

Tiedonhakutehtävät tietokannoista - ON

Tiedonhakutehtävät Internetistä - ON

Opiskelijan itsenäinen työmäärä - 40 tuntia

Opiskelijan ryhmässä opiskelu - 40 tuntia

Opintojakson oppimismenetelmät

Harjoitustyöt, itseopiskelu, luennot ja kirjallinen kuulustelu

Kirjallisuus ja muu materiaali

Ruppa, Perkiö: Sähkötekniinen dokumentointi, Aimo Pere: Sähköpiirustus, www.sfs.fi, ST-kortisto, SFS, Sesko ja www-materiaali

4. Opintojakson kompetenssi- ja arviointianalyysi

Seuraavia voidaan pitää oppimisen tavoitteena tällä opintojaksolla

Ilmiön kuvailua ja tuntemista - ON

Käytäntöön soveltamista - ON

Ilmiön ymmärtämistä ja mallintamista - ON

Ilmiön tutkimista useista näkökulmista eri ympäristöissä - ON

Opiskelijoiden suoritusten arvioinnin perusteet

Kiitettävät tiedot:

-

Hyvät tiedot:

-

Tyydyttävät tiedot:

-

Vertaisarviointien toteuttaminen opintojaksolla:

-

Opintojakson arviointi:

Harjoitustyöt ja kirjallinen koe asteikolla 0-5

Kommentteja:

Opintojaksoon ei sisälly cad-ohjelmien opiskelua vaan eri cad-ohjelmistojen opiskelu opiskelijoiden valintojen mukaan erillisinä opintojaksoina

KÄMIN TEKNILLISEN OPPILAITOKSEN PERUSKOULUPOHJAJAISEN SÄHKÖVOIMA-
TEKNIIKAN INSINÖÖRIKOULUTUKSEN LUKUSUUNNITELMA 1 210

OPPIMÄÄRÄT Kursit	L A A J U U S (oay)								Yhteensä tuntia	
	Opiintovuosi									
	1	2	3	4	1	2	3	4		
ELEKTRONIIKKA Elektronikka 1 Elektronikka 2 Elektronikka 3 Elektronikka 4	2		2						8	256
AUTOMAATIOTEKNIikka Automaatiotekniikka							4		4	128
SÄHKÖNVAIKELUTEKNIikka Sähkösuunnukset Sähkölaitokset						4	4		8	256
SÄHKÖKÄYTTÖTEKNIikka Sähkönozat Tehoelektronikka Sätkön käyttö						3	3	3	9	288
AMMATTIINAINEN LABOR. Ammattilainneiden lab. 1 Ammattilainneiden lab. 2						4	4		8	256
SUUNTAAVAT OPINNOT 1)						3	14	17	17	544
INSINÖÖRITYÖ								6		
VALINNAISET						3	8			
PAKOLLISET YHTEENSÄ	32	32	32	32	32	32	32	128	4096	
OPPILAANOHIJAUS	***	***	***	***	***	***	***	***		
VAPAAEHTOISET (ENINT.)	4	4	4	4	4	4	4	16	512	

Näille opiskelijoille, jotka eivät peruskoulun jälkeen ole opiskelleet toista kotimaista ja vierasta kieltä, opetetaan erinomaisen lukuvoiton aikana lukusuunnitelmassa esitetyt lisäksi 1 oay näitä molempia kieliä pakollisena.

4.3 KÄMIN TEKNILLISEN OPPILAITOKSEN PERUSKOULUPOHJAJAISEN SÄHKÖ-
VOIMATEKNIIKAN INSINÖÖRIKOULUTUKSEN LUKUSUUNNITELMA 1 210

OPPIMÄÄRÄT Kursit	L A A J U U S (oay)								Yhteensä tuntia	
	Opiintovuosi									
	1	2	3	4	1	2	3	4		
KAIKILLE YHTEISET	32	32	29	10	111				3552	
ÄIDINKIELI Äidinkieli 1 Äidinkieli 2 Kielien käytön seuranta*	2	2			4				128	
TONIN KOTIMAINEN KIELI Ruotsinkieli 1 Ruotsinkieli 2	3	1			4				128	
VIERAS KIELI Vieras kieli 1 Vieras kieli 2 Vieras kieli 3 Vieras kieli 4	2	2	2	1	7				224	
MATEMATIIKKA Matematiikka 1 Matematiikka 2 Matematiikka 3 Matematiikka 4	5	5	4	4	10				576	
FYSIIKKA Fysiikka 1 Fysiikka 2 Fysiikan laboratiot	4	4	5	2	11				352	
TIETOTEKNIikka Tietokoneen käyttö Sovellusohjelmat Tietoliikennetekniikka	2	2	2	3	7				224	
KEMIA Kemia	2				2				64	
TALOUS- JA TYÖELÄMÄTIE TO Johdatus teknikan opint Työelämätie to Talousoppi Johdatusoppi	1	1			2				256	
KONETEKNIikka Teknillinen piirustus Kone- ja energiatekniikka	2	2			4				128	
TEOR. SÄHKÖTEKNIikka Teor. sähkötekniikka 1 Teor. sähkötekniikka 2 Teor. sähkötekniikka 3	2	2	5	2	9				288	

4.4 KEMIN TEKNILLISEN OPPILAITOKSEN YLIOPILASPOHJAISEN SÄHKÖVOIMA-TEKNIKAN INSINÖRIKOULUTUKSEN LUKUSUUNNITELMA IV 210

OPPIMÄÄRÄT Kurssit	L A A J U U S (oay)							
	Opintovuosi							Yhteensä oay tuntia
	1	2	3	4	oay	tuntia		
AUTOMAATIOTEKNIikka Automaatiotekniikka				4			4	128
SÄHKÖJAKELUTEKNIikka Sähkösuunnitukset Sähkölaitokset			4	4			8	256
SÄHKÖKÄYTTÖTEKNIikka Sähkökoneat Teho-elektronikka Sähkön käyttö			3	3	3		9	288
AMMATTIINAINEIDEN LABOR. Sähtöturvallisuus Ammattilainneiden lab. 1 Ammattilainneiden lab. 2		1			4	4		
SUUNTAAVAT OPINNOT 1)			3	14	17			544
INSINÖÖRITYÖ						6		
VALINNAISET				3	8			
PAKOLLISET YHTEENSÄ	16	32	32	32	112			3584
OPPILAANOHLAUS		
VAPAAEHTOISET (ENINT.)	4	4	4	4	16			512

Ennen tunteilyhdyksistä siirtymistä laboratorioissa ja vaativissa harjoituksissa luokka saadaan jakaa ryhmiin korkeintaan 20 oay:n osalle.

1) Ennen tunteilyhdyksistä siirtymistä suuntaavissa opinnoissa luokka saadaan jakaa ryhmiin korkeintaan 16 oay:n osalle.

* Kielellinen ohjaus ammatillisten oppimäärien yhteydessä

** Oppiainohjausta sisällytetään johdatus tekniikan opintoihin kurssiin 16 tuntia.

*** Oppiainohjauksen kokonaistuntimäärä on 16 tuntia joka lukuvuonna, mistä erillisuutena on 10 tuntia, loppuosa sisältyy ammatillisiin tai muihin oppimääriin.

4.4 KEMIN TEKNILLISEN OPPILAITOKSEN YLIOPILASPOHJAISEN SÄHKÖVOIMA-TEKNIKAN INSINÖRIKOULUTUKSEN LUKUSUUNNITELMA IV 210

OPPIMÄÄRÄT Kurssit	L A A J U U S (oay)							
	Opintovuosi							Yhteensä oay tuntia
	1	2	3	4	oay	tuntia		
KAIKILLE YHTEISET	16	32	29	18	95		3040	
ÄIDINKIELI Äidinkieli 1-2 Kielien käytön seuranta*)		2		1	2		64	
VIERAS KIELI Vieras kieli 1-3 Vieras kieli 4			2	1	3		96	
MATEMATIIKKA Matematiikka 1-2 Matematiikka 3 Matematiikka 4	4	4	4		12		384	
FYSIIKKA Fysiikka 1 Fysiikka 2 Fysiikan laboraalit	3	5	2		10		320	
TIETOTEKNIikka Tietokoneen käyttö Sovellusohjelmat Tietoliikennetekniikka	2	2		3	7		224	
KEMIA Kemia		2			2		64	
TALOUS- JA TYÖELÄMÄTIEDO Johdatus tekniikan opint. Työelämä tiedo Teosoppi Johtamisoppi	1	1			2		256	
KONETEKNIikka Teknillinen piirustus Kone- ja energiatekniikka	2	2			4		128	
TEOR. SÄHKÖTEKNIikka Teor. sähkötekniikka 1 Teor. sähkötekniikka 2 Teor. sähkötekniikka 3	2	5	2		9		288	
ELEKTRONIIKKA Elektronikka 1 Elektronikka 2 Elektronikka 3 Elektronikka 4	2	2	2	2	8		256	

LAPIN ENERGIAKOULU, EAKR-INVESTOINTILISTA

<i>Kustannus (€)</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>Yhteensä</i>
<u>Energiapuun korjuuketju (LAO)</u>	<u>440 000</u>		<u>440 000</u>
- energiapuuharvesteri (uusi tai käyt.)	200 000		
- energiapuun ajokone (nosturi, vaaka)	200 000		
- puutavara-auton energiapuuvälineet	40 000		
<u>Pienkone harvennuskohteisiin (LAO)</u>		<u>65 000</u>	<u>65 000</u>
- pieni manuaalikorjauksen apu-/korvausyksikkö pehmeisiin maastoihin		65 000	
<u>Lämmöntuotannon opetuslaitteistot (LAO)</u>		<u>240 000</u>	<u>240 000</u>
- hakelämpökontti		110 000	
- kattila-automaation modernisointi		50 000	
- pientulisijat (pelletti- ja klapikattila)		20 000	
- savukaasuanalysointilaitteisto		10 000	
- savukaasun pölymittausvälineet		40 000	
- mikroskooppi		10 000	
<u>Biokaasulaitos (Ammattiopisto Lappia)</u>	<u>320 000</u>		<u>320 000</u>
- biokaasulaitos 330 m ³ , reaktori	320 000		
<u>Muu uusiutuva (Ammattiopisto Lappia)</u>		<u>270 000</u>	<u>270 000</u>
- liikennepolttoaineen (metaanikaasu) tankkauskontti		30 000	
- lisäsyötteiden hygienisointiyksikkö		40 000	
- aurinkopaneelijärjestelmät, 2 kpl		100 000	
- tuulivoimalat 3 kpl		100 000	
<u>RAMK-hankinnat</u>	<u>50 000</u>	<u>210 000</u>	<u>260 000</u>
- aurinkovoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön	50 000		
- Stirling-moottorigeneraattori-laitteisto		60 000	
- lämpöpumppujärjestelmät		50 000	
- energiatehokkuuden analysointi- ja mittausvälineet		20 000	
- pientulisijojen opetus- ja tutkimuslaitteisto		80 000	
<u>KTAMK-hankinnat</u>	<u>50 000</u>	<u>210 000</u>	<u>260 000</u>
- tuulivoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön	50 000		
- energiajärjestelmien huolto- ja k-pitovälineistö		60 000	
- sähkön pientuotannon UE-järjestelmät		100 000	
- hybridien energiajärjestelmien opetuslaitteisto		50 000	
Yhteensä	860 000	995 000	1 855 000
<u>Opetuslämpökeskuksen muutostyö (LAO)</u>		<u>100 000</u>	<u>100 000</u>
- valvomo-/korjaamo osan korottaminen toisella kerroksella, johon sijoitetaan laboratorio ja opetustilat		100 000	
KAIKKI YHTEENSÄ	860 000	1 095 000	1 955 000



SÄHKÖASENNUS 406
FINAALI 28.4.2010
Kuvaus työtehtävästä

Tehtävänäsi on asentaa kesämökkiin ohjaus- ja valvontajärjestelmä sekä patterilämmitys. Mökissä on aikaisemmin asennettu sähkökeskus ja valaistus sekä varalle putkia lämmitystä, pistorasiaa ja valvontajärjestelmää varten. Työ tehdään oheisten asiakirjojen mukaan täyteen käyttökuntoon.

Suunnitelmaan kuuluvat seuraavat asiakirjat:

työselostus
tasokuva
keskustaavio
piirikaavio
keskuksen sijoittelukuva
toiminnan kuvaus

Työhösi on aikaa 7 tuntia.

Suorituksesi arvioidaan mm. :

Sähkö- ja työturvallisuus
Asennuksen toimivuus
Asennuksen siisteys ja ulkonäkö
Suunnitelmien noudattaminen
Dokumentointi
Asiakkaan opastaminen
Työskentelytavat ja -tekniikat

Jos työssäsi tulee eteen pulmatilanne käänny valvojen puoleen, päästäksesi tehtävässäsi eteenpäin. Järjestelyjä koskevat kysymykset eivät vaikuta arviointiin. Varsinaista asennustyötä koskevat kysymykset vaikuttavat arviointiin. Vaarantaessasi sähkö- tai työturvallisuuden valvoja huomauttaa asiasta. Jos huomautuksen jälkeen vaarannat edelleen turvallisuuden, on valvojan keskeytettävä työskentelysi, jolloin suorituksesi joudutaan hylkäämään.

Onnea suoritukseesi



TYÖSELOSTUS

Kohde

Taitaja 2010 sähköasennus finaali.

Laajuus

Työhön kuuluu sähköistää kuvien mukainen sähkölaitteisto täyteen käyttökuntoon ja luovuttaa se asiakkaalle.

Laitteet

Keskus RK1

Keskukseen lisätään suunnitelman mukaiset laitteet ja tarvikkeet.

Keskus OK1

Keskus asennetaan paikalleen suunnitelman mukaisesti ja siihen liitetään suunnitelman mukaiset laitteet.

Pistorasia

Pistorasiaryhmä varustetaan nelinapaisella vikavirtasuojakytkimellä, jonka nimellinen toimintavirta on 30mA.

Lämmittimet

Lämmitin 1 toimii isäntälämmittimenä ja lämmitin 2 toimii orjalämmittimenä. Aseta lämmittimien pudotusarvo 10 °C.

Laitteiden sijoittelu:

Kojeet, laitteet ja keskuksat sijoitetaan pohjapiirustuksen mukaisesti ja asennuskorkeudet laitteen keskelle ovat seuraavat:

Ohjauskeskus OK1 1900 mm keskuksen yläreunaan.

Pistorasia 1200 mm lattiasta.

Kytin 1000 mm lattiasta.

Huonetermostaatti 1500 mm lattiasta.

Ulkotermostaatti 2200 mm lattiasta

Hälytysmerkkilamppu 2200 mm lattiasta.

GSM-antennin asennuskorkeus on vapaa ja johtimia ei katkaista, vaan ylimääräinen osa johtimista kierretään kiepille antennin viereen.

Savuilmaisimet katossa.

Liiketunnistin katossa.

Mitat vaakatasossa otetaan piirrosmerkin keskeltä.

Pakkausten käsittely

Kaikki laitteiden pakkauskotelot säilytetään keskuksen mukana tullessa pahvilaatikossa.

Laatikko säilytetään pattereiden suojakoteloiden kanssa työpöydän alla.

Asennuksen käyttöönotto

Asennustyön valmistuttua tee tarvittavat käyttöönottotarkastukset ja pyydä tuomarilta lupa jännitteen kytkemiseen.

EH-60:n asetukset

Aseta kellonaika

Aseta hälytysnumerot.

Palolaitos: +358505909641 (Seppo Hökkä)

Vartiointi: +358503174679 (Hannu Leinonen)

Kiinteistöhoitaja Kilpailijan oma numero _____

Muuta laitetunnukseksi KIL1 -8 oman kilpailunumerosi mukaan.

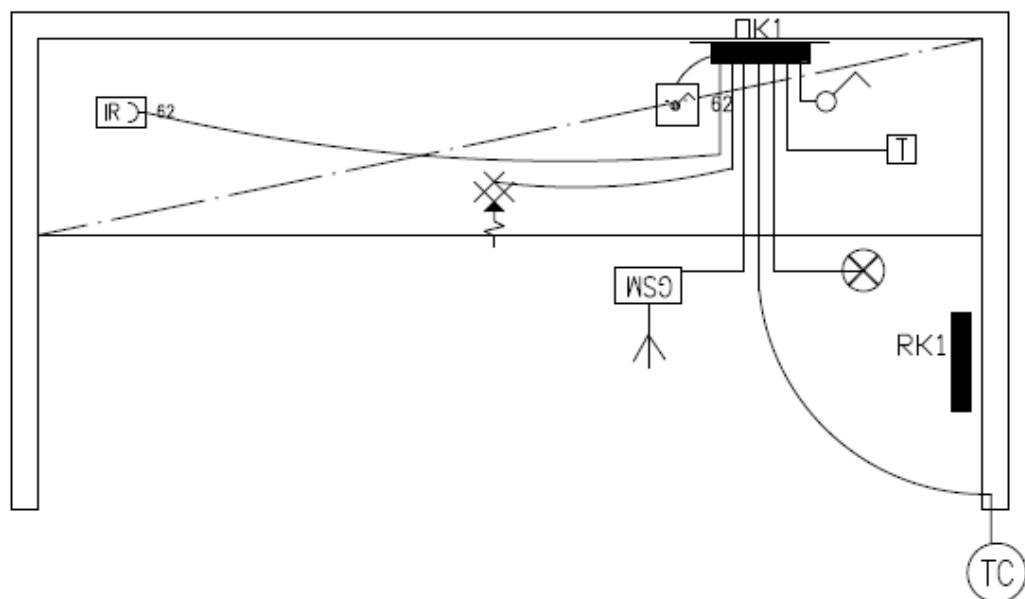
Aseta ohisulkijan koodiksi 1234 ja ohjelmoi avaimenperäohjain.

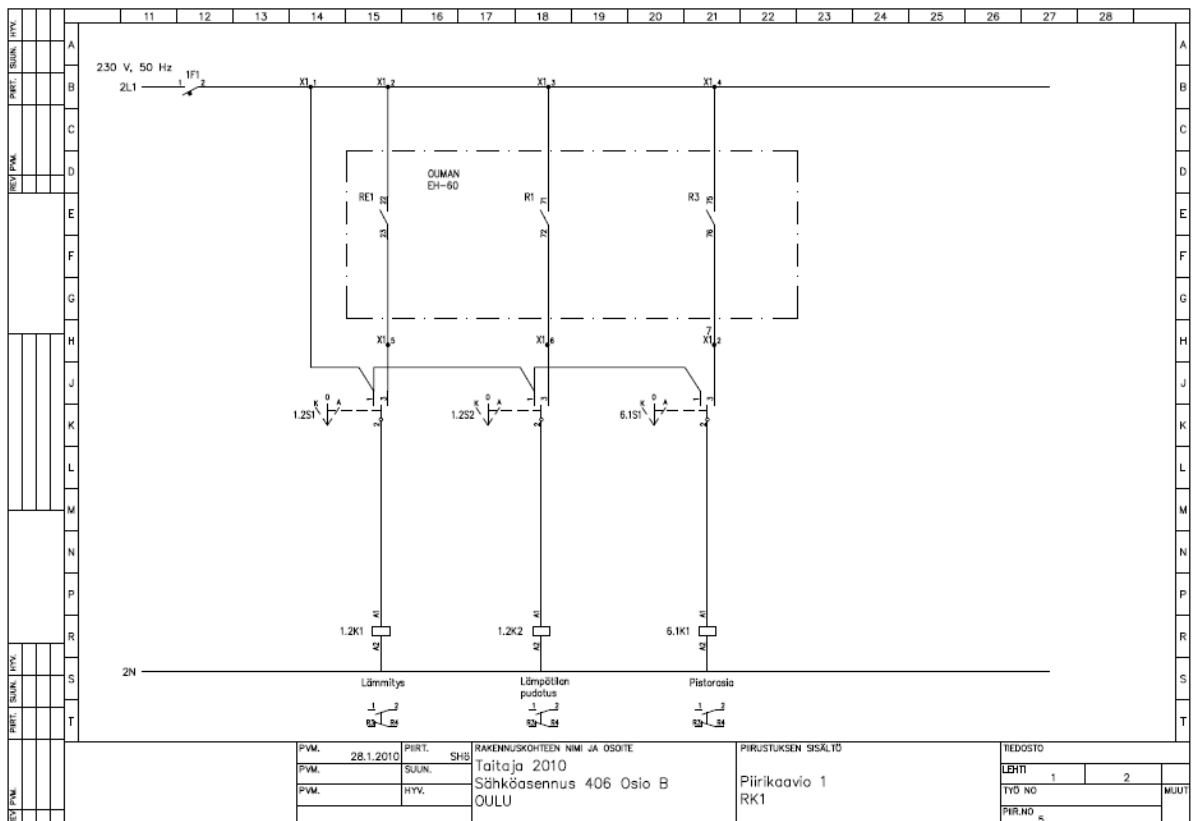
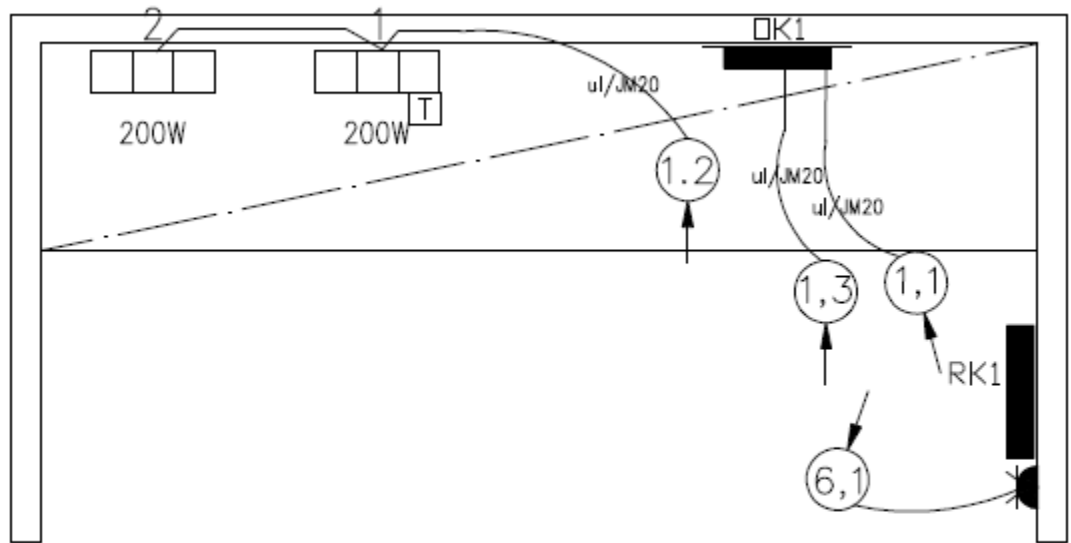
Aseta ulkopistorasiaan aika-ohjauksella jännite päälle keskiviikkoisin klo 13 – 18 väliseksi ajaksi.

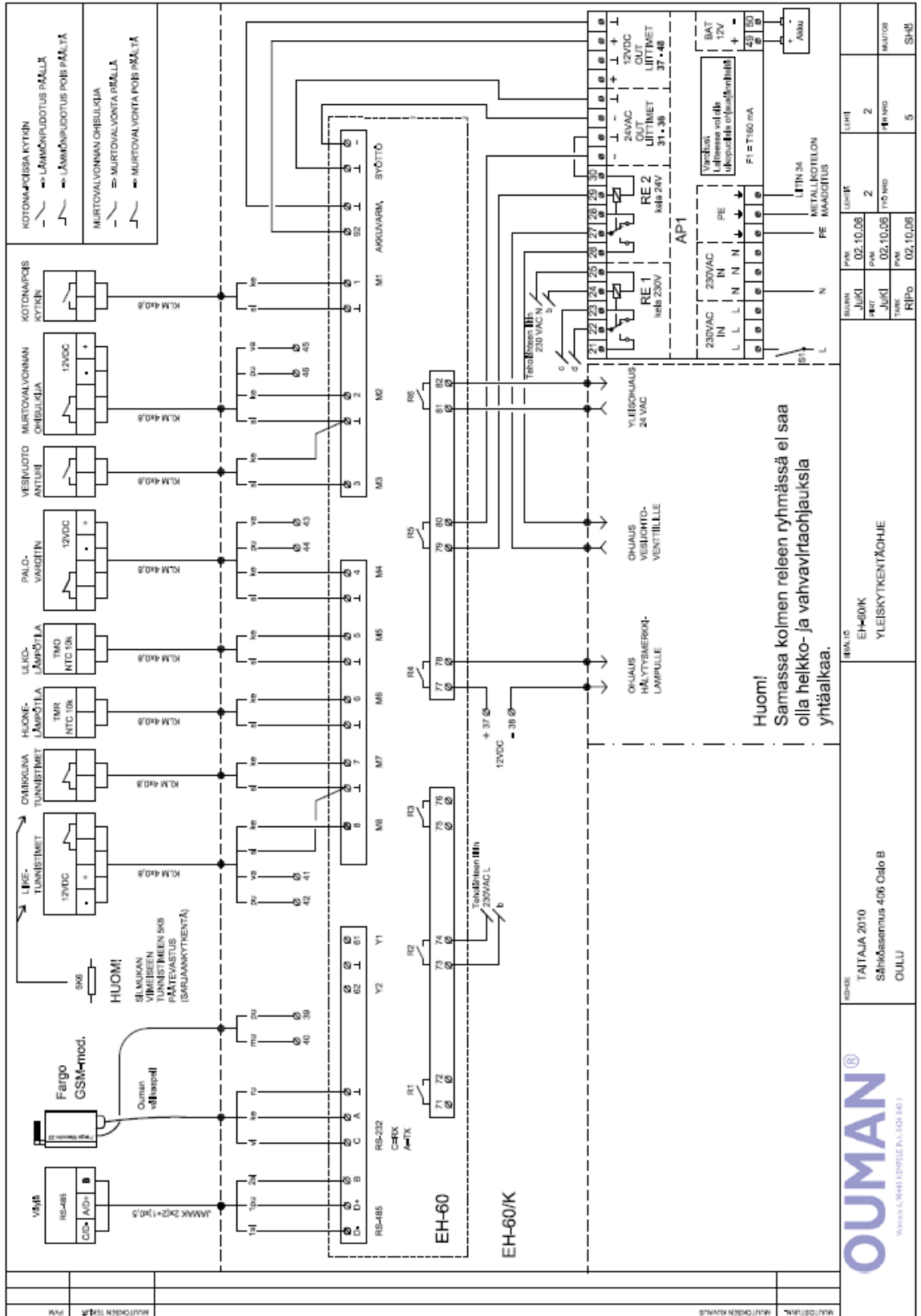
Työn luovutus

Anna asiakkaan opastus tuomarille. Luovuta hänelle kaikki suunnitelma-asiakirjat, laitteiden käyttöohjeet ja tarkastuspöytäkirjat.

Muuta luovutuksen lopuksi laitetunnus takaisin EH01:ksi.







Huom!
 Samassa kolmen releen ryhmässä ei saa olla helkko- ja vahvistajaohjauksia yhtäaikaa.



TOIMINTAOHJE

työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusvaatimusten
huomioimiseksi sähkötöiden koulutuksissa 1.1.2009

OPETUSHALLITUS ■ Sähkö ja teleurakoitsijallitto STUL ry ■ Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry

Teos ohjeistaa sähkötyön perehdyttävän koulutuksen järjestämistä. Koulutuksen järjestäjä voi osoittaa täyttävänsä työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusvaatimukset laatimalla itselleen tähän ohjeeseen perustuvan toimintaohjeen (Liite 15). Materiaali on vapaasti käytettävissä ja muokattavissa omaan käyttötarkoitukseen sopivaksi.

OTA KÄYTTÖÖN OSOITTEESTA
www.sefi.fi.

SISÄLTÖ

YLEISTÄ	4
1 KOULUTUKSEN JÄRJESTÄJÄ	6
1.1 Koulutuksen järjestäjän vastuut, velvollisuudet ja turvallisuusorganisaatiot	6
1.1.1 Koulutuksen järjestäjän vastuu työ- ja sähkötyöturvallisuudesta	6
1.1.2 Koulutuksen järjestäjän velvollisuudet sähkötöihin perehdyttävän koulutuksen järjestämisestä	8
1.1.3 Koulutuksen järjestäjän yhteystiedot	11
1.2 Koulutuksen toteutus	11
1.2.1 Tausta koulutuksen laadukkaalle toteuttamiselle	11
1.2.2 Tilajärjestelyt, ryhmäkoot ja opetushenkilöstön määrä	12
1.2.3 Työ- ja suojavälineet sekä muut varusteet	13
1.2.4 Opetustiloihin perehdyttäminen ja edellytykset opetukseen osallistumisesta	14
1.2.5 Turvallisuusasioiden kartoitus ja sen edellyttämät toimenpiteet	15
1.2.6 Koulutuksessa käytettävä lähdemateriaali, ammattialan julkaisut ja tietolähteet	16
1.2.8 Turvallinen työskentely työssäoppimispaikoissa	19
1.2.9 Turvallinen työskentely ammattiosaamisen näytöissä	19
1.2.10 Työskentely oppilaitoksen asiakastöissä	20
2 KÄYTETTÄVÄT OPETUSSUUNNITELMAT	22
2.1 Sähkötöiden tekemiseen perehdyttävät opetussuunnitelmat	22

3 SÄHKÖALAN KOULUTTAJAT JA OPISKELIJAT	24
3.1 Kouluttajan pätevydet ja vastuu työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuudesta	24
3.2 Opiskelijan työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuuskoulutuksen vaiheet	29
3.3 Opiskelijan vastuu ja velvollisuudet turvallisuusasioissa.....	29
LIITTEET	
Liite 1: Työ- ja sähkötyöturvallisuusvastuut sähköalan koulutuksessa	31
Liite 2: Koulutustilojen turvajärjestelmät	32
Liite 3: Esimerkki annettavista tiedoista	35
Liite 4: Esimerkkillistä opiskelijan henkilökohtaisiksi käsitökaluiksi	36
Liite 5: Esimerkki työkalujen käyttöön liittyvistä ohjeista	37
Liite 6: Esimerkki sähkölaboratorio- ja työsaltiloihin perehdyttämisestä	39
Liite 7: Esimerkki turvallisuuskartoituksen ohjeesta	45
Liite 8: Esimerkki silvoussesta	46
Liite 9: Esimerkki kierrätysjätteiden käsittelystä	51
Liite 10: Esimerkki koulutustilojen katselmuksesta	52
Liite 11: Esimerkki työssäoppijan valmiusvaatimuksista ensimmäiseen työssäoppimispaikkaan mentäessä ...	55
Liite 12: Esimerkki oppilaitoskohtaisesta opetussuunnitelman osasta	58
Liite 13: Esimerkki henkilötietolomakkeesta	60
Liite 14: Esimerkki opiskelijan vaiheittain kasvavista osaamisen tavoitteista	61
Liite 15: Sähköalan ammatillisen koulutuksen toimialakohtainen toimintaohje.....	62

TOIMINTAOHJEEN TARKOITUS

Oppilaitoskohtaisen toimintaohjeen avulla saadaan aikaan sellainen kokonaisuus, jolla voidaan turvata laadukas koulutus sekä toimiva ja turvallinen koulutusympäristö. Koulutuksen järjestäjän yksilöllisyys tulee säilyttää, vaikka päälinjat työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusasioissa valtakunnallisesti yhtenäistyvät. Ei ole tarkoitus, että toimintaohje kopioidaan sellaisenaan, vaan sen avulla laaditaan omaan käyttöön räätälöity yksilöllinen toimintaohje. Toimintaohjeen avulla oppilaitos kehittää selkeän ja dokumentoidun toimintakokonaisuuden työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusasioiden koulutukseen. Toimintaohje on tarkoitettu työkaluksi, jolla voidaan jatkuvasti **kehittää, systematisoida ja yhdenmukaistaa** opetustoimintaa niin, että koulutuksen järjestäminen vastaa aina alan muuttuvia vaatimuksia.

Kaikki käytössä olevat ja hyväksi havaitut toimintatavat kannattaa säilyttää ja tuoda tiedoksi muille alalla toimijoille. Toimintaohjeen jatkuva kehittäminen edesauttaa entistä paremman ja laadukkaamman työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusasioiden koulutuksen Suomessa.

TOIMINTAOHJEEN TAVOITTEET

Tavoitteena on, että opetustoiminta täyttää yleisesti hyväksytyyn työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuuden tason. Harjoitustyöt ja mahdolliset asiakastyöt tehdään voimassa olevien määräysten mukaisesti turvallisilla ja hyviä työmenetelmiä käyttäen. Tämä edellyttää, että koko sähköalan koulutusyksikön henkilökunta ja opiskelijat saadaan sitoutumaan varauksettomasti yhteisesti hyväksytyihin selkeisiin, yhdenmukaisiin työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuuden varmentaviin toimintatapoihin.

- Toimintaohjeen mukaisesti toimien henkilökunta auttaa omalla esimerkillään opiskelijoita kehittymään vastuuntuntoisiksi ja ammattitaitoisiksi asentajiksi, joiden työskentely takaa tulevaisuudessakin sähköasennusalan korkean arvostuksen ja edesauttaa oppilaitoksen asemaa turvallisuutta korostavana koulutusyksikkönä.

Uudet valmistuvat asentajat toimivat tulevissa työtehtävissään toimintaohjeen mukaisesti, turvallisilla työmenetelmillä noudattaen. Parhaassa tapauksessa he siirtävät opiskelun aikana turvallisiksi ja hyväksi koettuja menettelytapoja alalla pitkään työskennelleiden ammattilaistenkin keskuuteen.

LIITE 1: TYÖ- JA SÄHKÖTYÖTURVALLISUUSVASTUUT SÄHKÖALAN KOULUTUKSESSA

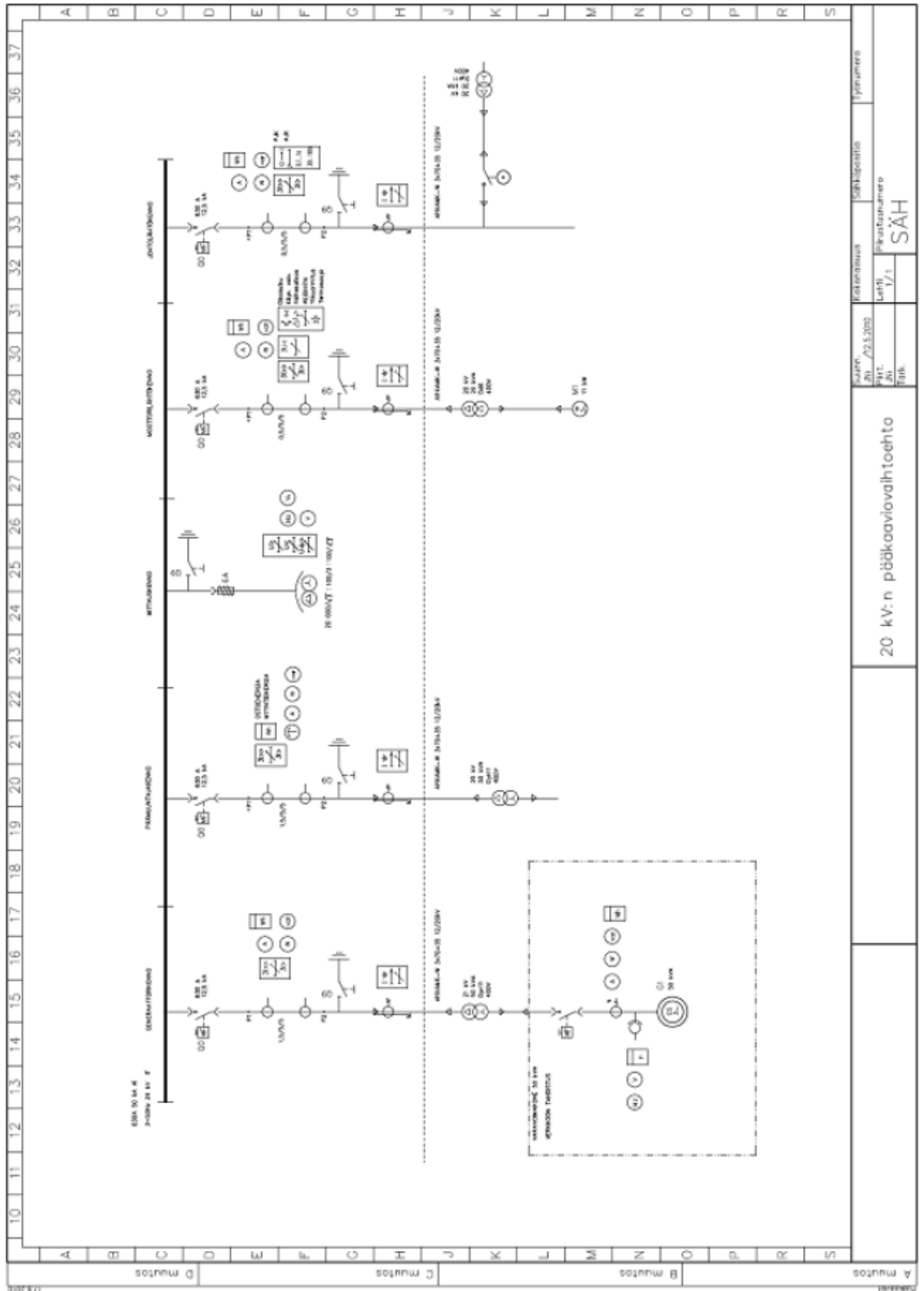
VASTUUT VASTUUNKANTAJAT	Ylin työ- ja sähkötyö- turvallisuus vastuu	Käyttötöiden vastuu	Sähkötöiden vastuu	Tilojen ja laitteiden kunnossapito- vastuu	Työn aikaisen sähköturvalli- suuden valvoja opiskelussa	Oman työn työ- ja sähkö- työturvallisuusvastuu
Sähköalan pätevyys- vaatimus	Ei sähköalan pätevyys- vaatimuksia	KTMp 516/96	KTMp 516/96	Vähintään sähköalan ammattilainen (itsenäiseen työhön kykenevä)	Vähintään sähköalan ammattilainen (itsenäiseen työhön kykenevä)	Ei sähköalan pätevyys- vaatimuksia, kuitenkin vähintään opastettu ja perehdytetty
Hoitaja / hoitajan edustaja (oppilaitoksissa yleensä rehtori)	X	X ¹⁾	X ¹⁾	X ¹⁾	X ¹⁾	X ²⁾
Käytön johtaja		X	X	X ¹⁾	X ¹⁾	X ²⁾
Sähkötöiden johtaja			X	X ¹⁾	X ¹⁾	X ²⁾
Tilojen kunnosta huolehti- mään nimetty henkilö(t) (tilavaaraa)				X	X ²⁾	X ²⁾
Opetustapaturmaa hoitava henkilö (opettaja, ammattilainen, yms)				X ⁴⁾	X	X ²⁾
Opiskelija				X ⁴⁾	X ²⁾	X

Sähköalan kouluttajien pätevyudet ja vastuut kohdassa 3.1.

Huomi! Työssäoppimisessa ja siihen verrattavassa opiskelussa turvallisuusvastuu on työssäoppimispaikan organisaatiolla.

X = vastaa

- 1 Vastuu nimeämisestä
- 2 Vastuu perehdytyksestä ja opastuksesta
- 3 Vastuu tarvittavista ohjeistuksista
- 4 Velvollisuus informoida puuttelista
- 5 Harjoiteltaessa valvojana toimimista lain sallimissa rajoissa



A muutoks		Kokonaismäärä		Käsitelty		Lisänumero	
B muutoks		20 kV:n pääkaaviövaihteisto		7/1		SÄH	
C muutoks				1/1			
D muutoks				1/1			

HUONEKORTTI		KOHDE Kemi-Tornion AMK / Tekniikka			
Huonetyyppi	Laboratoriotila	Pinta-ala	m ²	Huonenumero	1141
Toiminnan kuvaus	Sähkövoimatekniikan laboratorio 1			Kortin laatija	JETTO
				Päivämäärä	14.01.2010
VALAISTUS					
YLEISVALAISTUS	Väriämpötila	K	Valaistustaso	Lux	
Näyttöpäätetyö huomioitava.			Tasainen valaistus koko huonetilassa.		
Matalaluminanssivalaistus					
MUU VALAISTUS					
(osaan työpöytiä/-pisteitä sisältyy oma työpistevalaistus)					
VALAISTUSOHJAUS		Syttymisryhmittely			
Ohjaustapa	Kattovalot neljänä ryhmänä: - Ikkunasivu etuosa/takaosa				
Kytkimet	x	- Käytäväsivu etuosa/takaosa			
Säätö	Tauluvalot kahdessa osassa				
Läsnäolo-ohjaus	x	Kattovalot säädettyjä			
Luonnonvalo-ohjaus	s	(valaistuksen ohjaus ovenpielestä ja) opettajan työpisteestä.			
PISTORASIAAT JA KOJEET (Kojien hankintavastuu määritellään erikseen)					
Pistorasiat	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta			
1) Siivouspistorasiat (1-osainen)	3				
2) Normaalkäytön pistorasia (2-os.)	x	2) Opettajan pisteen läheisyydessä, käytäväseinällä ja hyllyjen luona 2 kpl			
3) ATK-käytön pistorasia (2-os.)	x	3) Opettajalla 4 kpl. (4x2kpl)			
4) laboratorion erillistyöpisteet	6	4) erilliset laitepisteet (ikkunaseinälle kouruun kalustus + takaseinä) 4pr + 2 atk + 2xRJ45			
5) 3-vaihepistorasiat	x	5) erilliset laitepisteet (ikkunaseinälle kouruun kalustus + takaseinä), opettajan työpiste lähelle 2 kpl			
6) 2xRJ45	x	oppilaiden työpöydillä, opettajalla, erillisissä työ/laitepisteissä			
Sähkökojeet liitännöineen		Opettajan työpisteessä pöytätietokone kahdella näytöllä, liityntämahdollisuus opettajan kannettavalle, dokumenttikamera, piirtoheitin, liitännät kahdelle videotyökille,			
11) 2 kpl Videoprojektori (pistorasia katossa)					
12) Piirtoheitin (liityntä norm. (2) pistorasiaan)		valitsin videotyökille, aktiivikaiuttimet äänentoistoa varten			
13) Dokumenttikamera (pistorasia)		16) 3-vaiheinen syöttö, 110 VDC, erillinen ATK syöttö, RJ45 (2) työpöydille			
14) aktiivikaiuttimet (pistorasia)		tilaan tulostin ja skanneri			
15) opettajan kannettavalle (pistorasia)		Videotyökille omat kankaat katosta			
16) laboratoriotyöpöydät 10 kpl		Oppilaiden työpisteissä laboratoriotyöpöytien kalustus ilmoitetaan myöhemmin			
17) erilliset työpisteet x kpl		pöytätietokone ja mahdollisuus oppilaiden kannettaville			
18) moottorikeskukset MK1, MK2, MK3		Huom. normaalin pc-verkon rinnalle lisäksi automaatioverkko			
19)		Vesipiste säilytetään			
TELE- JA ERIKOISJÄRJESTELMÄT					
Järjestelmä	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta (1...)			
1) Koputuskoje					
2) Varattu-valo					
3) Äänentoisto	x	Opettajan työpisteestä aktiivikaiuttimet			
Vain kuulutus					
Kaikki ohjelmat	x				
Kuulutuskoje					
4) Palovarointi	x	4) tarve tarkistetaan			
5) Kulunvalvonta	x	5) tarve tarkistetaan			
6) Videovalvonta					
7) Rikosilmoitus	x	7) tarve tarkistetaan (erillinen järjestelmäkuvaus)			
Liiketunnistin	x				
Muu ilmaisoin					
8) Videoproj. kaapelointi	x	8) 2 kpl			
9) Lisäkaikutinkaaeloointi	x				
10) Antennipistorasia					
11) Sis. TV-lähetyspiste					
12) ATK/puhelin 2xRJ45	x	12) Opettajalle 2 kpl. Kussakin työpisteessä 2 kpl ja tulostuspisteessä 2 kpl. (1x2 kpl)			
Muut järjestelmät		Huom. normaalin pc-verkon rinnalle lisäksi automaatioverkko oppilaiden ja opettajan työpisteeseen			
		Tilan lattiassa osin kaapelikanavat			
		paineilmajärjestelmä, lavuaari, vesipiste, automaatioverkko			
		Laboratorion laitteiden sähkönsyöttö järjestetään tilaan sijoitettavasta kiinteistöjaketun sähkökeskuksesta, josta erilliset syötöt laboratorion työpisteille, tilaan sijoitettaville työpöydille, opettajan työpisteelle, moottorikeskuksille, kojeistoon, testaushuoneeseen ja pistorasioille. Työpöydissä pöytäkohtainen hätä-seis, koko sähkönjaketun hätä-seis kytkimiä ovenpieleessä ja eri puolilla tilaa, atk pisteet oman kytkimen takana.			

HUONEKORTTI		KOHDE Kemi-Tornion AMK / Tekniikka			
Huonetyyppi	Laboratoriotila	Pinta-ala	m ²	Huonenumero	1142
Toiminnan kuvaus	Sähkövoimatekniikan laboratorio 1:n testaustila			Kortin laatija	JEtto
				Päivämäärä	14.01.2010
VALAISTUS					
YLEISVALAISTUS	Väriämpötila	K	Valaistustaso	Lux	
Matalaluminanssivalaistus			Tasainen valaistus koko huonetilassa.		
MUU VALAISTUS					
tarvittava kameroiden valaistus					
VALAISTUSOHJAUS		Syttymisryhmittely			
Ohjaustapa					
Kytkimet	X	Kattovalot säädettyjä			
Säätö	X	valaistuksen ohjaus ovenpielestä ja opettajan työpisteestä.			
Läsnäolo-ohjaus					
Luonnonvalo-ohjaus					
PISTORASIAJAT JA KOJEET (Kojeden hankintavastuu määritellään erikseen)					
Pistorasiat	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta			
1) Siivospistorasiat (1-osainen)	1				
2) Normaalkäytön pistorasia (2-os.)	x	2) Erillis- ja mittalaitteille sekä kameroille 10 kpl			
3) atk 2xRJ45	x	3) määritellään myöhemmin, 6 kpl			
4) erillispoisto	x	4) erillispoisto (ja varavoimakoneiden pakokaasuille pakoputket)			
5) pienet generaattorit		5) 1-vaiheinen 1 kpl ja 3-vaiheinen 16 A			
Sähkökojeet liitännöineen					
11) varavoimageneraattori		11) määritellään myöhemmin (30 - 50 kVA)			
12) verkkoon syöttävät taajuusmuuttajat		12) määritellään myöhemmin (1-vaiheinen 1 kpl ja 3-vaiheinen 16 A)			
13) Kuormituslaitteet		13) määritellään myöhemmin (moottorit)			
14) Kamerateat		14) määritellään myöhemmin			
15) mittauslaitteet		15) määritellään myöhemmin			
16)		ohjaus-, mittaus- ja atk-kaapelointia varten läpiviennit			
17)		voimakaapelointia varten läpiviennit			
18)		äänieristetty tila, pakoputket katolle, kohdepoisto, jäähdytystarve?			
19)		vesipiste ja lattiakaivo			
TELE- JA ERIKOISJÄRJESTELMÄT					
Järjestelmä	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta (1...)			
1) Koputuskoje					
2) Varattu-valo		2) testi käynnissä valokyitti			
3) Äänentoisto					
Vain kuulutus					
Kaikki ohjelmat					
Kuulutuskoje					
4) Palovaroitin		4) palovaroitin, häkäilmaisin, sammutuslaitteet?, hälytysvalo/summeri			
5) Kulunvalvonta					
6) Videovalvonta					
7) Rikosilmoitus		7) tarve tarkistetaan			
Liiketunnistin					
Muu ilmainen					
8) Videoproj. kaapelointi					
9) Lisäkaiutinkaapelointi					
10) Antennipistorasia					
11) Sis. TV-lähetyspiste					
12) ATK/puhelin 2xRJ45	x	12) ilmoitetaan myöhemmin , ainakin 4 kpl mittalaitteille/kameroille ja 2 kpl testipöytään			
Muut järjestelmät		kopin laitteiden hätä-seis oven viereen ja testipöytään			
paineilmajärjestelmä, lattiakaivo, vesipiste, pakoputki katolle, kohdepoisto					

HUONEKORTTI		KOHDE Kemi-Tornion AMK / Tekniikka			
Huonetyyppi	Laboratoriotila	Pinta-ala	m ²	Huonenumero	1166
Toiminnan kuvaus	Ohjaustekniikan laboratorio			Kortin laatija	JEtto
				Päivämäärä	14.11.2010
VALAISTUS					
YLEISVALAISTUS	Väriämpötila	K	Valaistustaso	Lux	
Näyttöpäätetyö huomioitava.			Tasainen valaistus koko huonetilassa.		
Matalaluminanssivalaistus					
MUU VALAISTUS					
Tauluvalaistus					
VALAISTUSOHJAUS		Syttymisryhmittely			
Ohjaustapa		Kattovalot neljänä ryhmänä: - Ikkunasivu etuosa/takaosa, Käytäväsiivu etuosa/takaosa			
Kytkimet	X	Tauluvalot, ohjattavissa 2 osassa			
Säätö	X	Kattovalot säädetyt			
Läsnäolo-ohjaus	X	(valaistuksen ohjaus ovenpielestä ja) opettajan työpisteestä.			
Luonnonvalo-ohjaus	S				
PISTORASIAAT JA KOJEET (Kojien hankintavastuu määritellään erikseen)					
Pistorasiat	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta			
1) Siivouspistorasiat (1-osainen)	2				
2) Normaalkäytön pistorasia (2-os.)	x	2) Opettajan pisteen läheisyydessä 2 kpl, asennusalueella 10 kpl			
3) ATK-käytön pistorasia (2-os.)	x	3) Opettajalla 4x2 kpl ja työpöydillä/työpisteissä 2x2 kpl			
4) lab. laite/työpisteet 1-vaihe ja 3-vaihe	x	4) erilliset laite/työpisteet 3-vaihe syöttö, ATK syöttö, RJ45 (2) (ja paineilma + profibus)			
5) 2xRJ45 liittimet	x	5) työpöydissä (yleinen ja automaatio) ja erillisiin työ/laitepisteisiin			
Sähkökojeet liitännöihin		Opettajan työpisteessä pöytä tietokone kahdella näyttöllä, liitännämahdollisuus			
11) 2 kpl Videoprojektori (pistorasia, katossa)		opettajan kannettavalle, dokumenttikamera, piirtoheitin, liitännät kahdelle videotyökille,			
12) Piirtoheitin (liityntä norm. (2) pistorasiaan)		valitsin videotyökille, aktiivikaiuttimet äänentoistoa varten			
13) Dokumenttikamera (pistorasia)		paineilma työpöydille			
14) aktiivikaiuttimet (pistorasia)		tilaan tulostin ja skanneri			
15) opettajan kannettavalle (pistorasia)		Videotyökille omat kankaat, päätyseinälle valkotaulu			
16) laboratorion työpöydät n. 10 kpl		16) Oppilaiden työpisteet n. 10 kpl laboratoriotyöpöytien kalustus tarkennetaan myöh.			
17) erilliset laite/työpisteet		16) 3-vaiheinen syöttö, erillinen ATK syöttö, RJ45 (2) työpöydille, profibus-väylä			
18)		17) takaseinälle 4kpl, ikkunaseinälle 3 kpl , käytäväseinälle 3 kpl			
19)		Vesipiste ja lattiakaivo säilytetään			
TELE- JA ERIKOISJÄRJESTELMÄT					
Järjestelmä	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta (1...)			
1) Koputuskoje					
2) Varattuvalo					
3) Äänentoisto	x	Opettajan työpisteessä aktiivikaiuttimet			
Vain kuulutus					
Kaikki ohjelmat	x				
Kuulutuskoje					
4) Palovaroitin		4) tarve tarkistetaan			
5) Kulunvalvonta	x	5) tarve tarkistetaan			
6) Videovalvonta					
7) Rikosilmoitus	x	7) tarve tarkistetaan (erillinen järjestelmäkuvaus)			
Liiketunnistin	x				
Muu ilmainen					
8) Videoproj. kaapelointi	x	8) 2 kpl			
9) Lisäkaiutinkaapelointi	x				
10) Antennipistorasia					
11) Sis. TV-lähetyspiste					
12) ATK/puhelin 2xRJ45	x	12) Opettajalle 2 kpl. Kussakin työpisteessä ja tulostuspisteessä 2 kpl.			
Muut järjestelmät		automaatioverkko ja profibus DP			
		paineilmajärjestelmä, lavuaari, lattiakaivo			
		Laboratorion työpöydissä omat hätä-seis painonapit . Tilaan sijoitetaan erillinen moottorikeskus, jonka moottorilähdöt kaapeloitu turvakytkimillä varustetuille moottoreille ja moottorilähtöjenohjausliitännät kaapeloitu laboratorion työpöytäan, keskus varustettu hätäseis painonapilla.			

HUONEKORTTI		KOHD E kemi-Tornion AMK / Tekniikka			
Huonetyyppi	Laboratoriotila	Pinta-ala	m ²	Huonenumero	1170,1171,1173
Toiminnan kuvaus	Sähkökorjaamo			Kortin laatija	JEtto
Sähkökorjaamo (1170), henkilöstön työtila (1171) ja varasto(1173)				Päivämäärä	14.11.2010
VALAISTUS					
YLEISVALAISTUS	Väriämpötila	K	Valaistustaso	Lux	
Näyttöpäätetyö huomioitava.			Tasainen valaistus koko huonetilassa.		
Matalaluminanssi valaistus, riittävän voimakas			Huonetilassa tehdään elektroniikkakorttien vianetsintää		
			Huonetilassa tehdään sähkölaiteasennuksia ja korjauksia		
MUU VALAISTUS					
työpisteissä kohdevalaisimia					
VALAISTUSOHJAUS		Syttymisryhmittely			
Ohjaustapa		Kattovalot neljänä ryhmänä: - Ikkunaosa vasen/oikea, työpaja ja varastohuone			
Kytkimet	X	Varaston valaistus kytkimellä			
Säätö	X	Kattovalot säädettyjä huoneissa 1170 ja 1171			
Läsnäolo-ohjaus	X	valaistuksen ohjaus ovenpielestä			
Luonnonvalo-ohjaus					
PISTORASIA T JA KOJEET (Kojeden hankintavastuu erikseen)					
Pistorasiat	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta			
1) Siivouspistorasiat (1-osainen)	1				
2) Normaalkäytön pistorasia (2-os.)	x	2) työpajan työpisteiden yhteydessä työpisteille, TV-näyttö,			
3) ATK-käytön pistorasia (2-os.)	x	3) henkilökunnan (2 kpl) työpisteille 4 kpl ,			
4) tulostin ja skanneri (2-os)	2	4) tilaan tulostin ja skanneri (tavaratilaukset, vastaanotto, varaston ylläpito)			
5) latauspisteet	x	5) työkoneiden ja mittareiden ladattaville akuille ja pattereille			
6) 2xRJ45 liittimet	x	6) työpisteissä ja työpöydissä			
Sähkökojeet liitännöineen					
11) TV näyttö käytävässeinälle		11) laitteiden korjaus ja kalibrintipisteen yläpuolelle			
12) työpöydät korjaamolla (1171)		12) tarkennetaan myöhemmin, kiinteillä syötöillä, 2 kpl metallipintaisia varastoseinälle ja kovapintaisia pöytiä 4 kpl aulaseinälle ja 1 kpl keskelle, pöydissä vikavirtasuojaus, 3-vaihe- ja 1 pistorasioita, lisäksi työvälineille kiinnikelineet			
13) työpöydät, henkilöstö (1170)		13) tarkennetaan myöhemmin, kiinteillä syötöillä, elektroniikka ja sähkökorjaamotyöpöydät (2 kpl), tavalliset konttorityöpöydät (2 kpl) varustettuna pc:llä			
14) työkoneet		14) tarkennetaan myöhemmin, kiinteillä syötöillä			
15) työkoneet		15) tarkennetaan myöhemmin, pistorasioita työpajassa			
16) juotospisteet		16) juotospisteistä kohdepoisto			
17)		paineilmajärjestelmä + mahdolliset paineilmatyökälyt			
18)		tilaan tulostin ja skanneri			
19)		Vesipiste säilytetään			
TELE- JA ERIKOISJÄRJESTELMÄT					
Järjestelmä	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta (1...)			
1) Koputuskoje					
2) Varattu-valo					
3) Äänentoisto					
Vain kuulutus					
Kaikki ohjelmat					
Kuulutusköje					
4) Palovaroitin	x	4) tarve tarkistetaan			
5) Kulunvalvonta	x	5) tarve tarkistetaan			
6) Videovalvonta					
7) Rikosilmoitus	x	7) tarve tarkistetaan			
Liiketunnistin					
Muu ilmaisain					
8) Videoproj. kaapelointi		8) taulutelevisio laiteinstallaatioita ja korjausta varten työpajan puolelle käytävässeinälle			
9) Lisäkaikutinkaapelointi					
10) Antennipistorasia	x	10) antennikaapeli yhdistetään sähkövoimalaboratorioon 1143 (opetuskäyttö)			
11) Sis. TV-lähetyspiste		12) yleiskaapeli (2 kpl) yhdistetään sähkövoimalaboratorioon 1143 (opetuskäyttö)			
12) ATK/puhelin 2xRJ45	x	12) henkilökunnalle 4 kpl. Työpajassa 3 kpl ja tulostuspisteessä 2 kpl.			
Muut järjestelmät					
12) automaatioverkkoa varten 2 kpl RJ45 henkilökunnan tilaan 1 kpl korjaamon puolelle TV läheisyyteen					
kohdepoistot, lavuaari, paineilmajärjestelmä + mahdolliset paineilmatyökälyt					

HUONEKORTTI		KOHDE Kemi-Tornion AMK / Tekniikka			
Huonetyyppi	ATK	Pinta-ala	m ²	Huonenumero	1168
Toiminnan kuvaus	CAD ja suunnitteluhjelmistojen opetustila			Kortin laatija	JEtto
				Päivämäärä	14.01.2010
VALAISTUS					
YLEISVALAISTUS	Väriämpötila	K	Valaistustaso	Lux	
Näyttöpäätetyö huomioitava.			Tasainen valaistus koko huonetilassa.		
Matalaluminanssivalaistus					
MUU VALAISTUS					
Tauluvalot					
VALAISTUSOHJAUS		Syttymisryhmittely			
Ohjaustapa		Kattovalot neljänä ryhmänä: - Ikkunasivu etuosa/takaosa			
Kytkimet	X	- Käytäväsivu etuosa/takaosa			
Säätö	X	Tauluvalot kahtena ryhmänä, molemmat sivut sammutettavissa erikseen.			
Läsnäolo-ohjaus	X	Kattovalot säädettävä			
Luonnonvalo-ohjaus	S	(valaistuksen ohjaus ovenpielestä ja) opettajan työpisteestä.			
PISTORASIAAT JA KOJEET (Kojoiden hankintavastuu määritellään erikseen)					
Pistorasiat	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta			
1) Siivouspistorasiat (1-osainen)	1				
2) Normaalkäytön pistorasia (2-os.)	x	2) Opettajan pisteen läheisyydessä 2 kpl			
3) ATK-käytön pistorasia (2-os.)	x	3) Opettajalla 4 kpl. Kussakin oppilaan työpisteessä 2 kpl ja pistorasiat tulostimille (2 kpl) ja skannerille.			
4) 2xRJ45 liittimet		työpisteissä ja laitteilla			
5)					
Sähkökojeet liitännöineen		Opettajan työpisteessä pöytätietokone kahdella näytöllä, liityntämahdollisuus opettajan kannettavalle, dokumenttikamera, piirtoheitin, liitännät kahdelle videotykielle,			
11) 2 kpl Videoprojektori (pistorasia katossa)		valitsin videotykielle, aktiivikaiuttimet äänentoistoa varten			
12) Piirtoheitin (liityntä norm. (2) pistorasiaan)		Videotykielle omat kankaat, päätyseinälle valkotalu			
13) Dokumenttikamera (pistorasia)		Oppilaan työpisteessä pöytätietokone kahdella näytöllä, liityntämahdollisuus kannettavalle tietokoneelle			
14) aktiivikaiuttimet (pistorasia)					
15) opettajan kannettavalle (pistorasia)					
16) Laser tulostin A3/A4					
17) A0 tulostin		tilaan tulostimet (A3/A4 laser, suurempi koko) ja skanneri			
18) Skanneri					
19)		Vesipiste säilytetään			
TELE- JA ERIKOISJÄRJESTELMÄT					
Järjestelmä	kpl	Lisähuomautukset ja selvitys pisteiden käytöstä ja sijoituksesta (1...)			
1) Koputuskoje					
2) Varattuvalo					
3) Äänentoisto	x	3) Opettajan työpisteeseen aktiivikaiuttimet			
Vain kuulutus					
Kaikki ohjelmat	x				
Kuulutuskoje					
4) Palovaroitin	x	4) tarve tarkistetaan			
5) Kulunvalvonta	x	5) tarve tarkistetaan			
6) Videovalvonta					
7) Rikositilmoitus	x	7) tarve tarkistetaan			
Liiketunnistin	x				
Muu ilmaisoin					
8) Videoproj. kaapelointi	x	8) 2 kpl			
9) Lisäkaikutinkäpelointi	x				
10) Antennipistorasia					
11) Sis. TV-lähetyspiste					
12) ATK/puhelin 2xRJ45	x	12) Opettajalle 2xRJ45. Kussakin opiskelijan työpisteessä 2xRJ45 ja tulostuspisteissä 2xRJ45.			
Muut järjestelmät		paineilmapistee, lavuaari			