

TALLINNA ÜLIKOOL
Kasvatusteaduste teaduskond
Kutseõpetuse osakond

Eduard Brindfeldt

KP3

Mehhatroonika eriala õppekava vastavusse viimine
Euroopa Liidu standartidega

Bakalaureusetöö kutseõppedidaktikas

Juhendaja: **Ants Tarraste**

Tallinn 2006

Teaduskond Kasvatusteaduste teaduskond		Õppetool Kutseõpetuse osakond
Töö pealkiri Mehhatroonika eriala õppekava vastavusse viimine Euroopa Liidu standartidega		
Teadusvaldkond Õppekava teooria		
Taotletav kraad Bakalaureuse	Kuu ja aasta 29.mai 2006.a.	Lehekülgede arv: 56 Allikad: 20 Lisad: 4
<p>Referaat</p> <p>Eesti Vabariik kuulub Euroopa Liitu ja meie eesmärk on, et mehhatroonika eriala lõpetanuid aktsepteeritaks kõikides Euroopa riikides. Meil puudub EL riikides aktsepteeritud Mehhatroonika eriala õppekava. Eriala on liiga laialivalgud, vajalik oleks konkreetsem erialaline suunitlus (III ning IV kursusel).</p> <p>Uue mehhatroonika õppekava kirjeldamiseks koostati küsimustik, mida levitati erinevates mehhatroonikavaldkondades tegutsevates ettevõtetes töötavate inseneride ja õppeasutuste seas. Selle tulemusena arendati välja õppekava spetsialiseerumine kolmandal ja neljandal kursusel.</p> <p>Selle töö eesmärgiks on uue mehhatroonika eriala täiustatud õppekava loomine, et parandada kutsehariduse taset mehhatroonikute koolitamisel Tallinna Tööstushariduskeskuses. On vajalik välja töötada selline õppekava, mille järgi koolitatud mehhatroonikud vastavad kõige paremini EÜ standarditele ja tööandjate ootustele. Uus õppekava võimaldaks anda vanematel kursustel (III ja IV kursus) konkreetse spetsialiseerumise ja selle koostamise aluseks on võetud järgnevad põhimõtted: Eesti oludele vastavad mehhatroonika eriala spetsialiseerumisvajadused; EL maades rakendatavad nõuded ja põhimõtted; õppekava astmelise spetsialiseerumise põhimõtted.</p> <p>Kogu maailma kiire muutumine on vaieldamatu tõsiasi. Muutub ka töö iseloom. Infotehnoloogia areng toob kaasa suhtlemise, sealhulgas rahvusvaheliste suhtlemisvõrkude enneolematu tiheduse. Selle tulemusel kasvab tohutult ühiskonna käsutuses olev infohulk. Inimene ei valda enam põhjalikult oma erialalistki informatsiooni. Sünnivad uued elukutsed ja hääbuivad või teisenevad paljud traditsioonilised tegevusalad.</p> <p>Õppimine, selle sõna kaasaegses mõttes leiab aset siis, kui õpitaval on tähendus õppija ees seisvate probleemide märkamiseks ja lahendamiseks.</p>		

Ekspert hinnangute põhjal võib öelda, et õppekava spetsialiseerumine sobib tänapäevases muutuvmas maailmas mehhatrooniku koolituseks ja võimaldab õppekava tänapäevaste õppetingimuste loomist isiksuse valmiduse kujunemiseks toime tulla tööelus.

Käesolev bakalaureusetöö omab mõju kutseõppe kvaliteedile, rahvusvahelisele koostööle kutseõppes ja Eesti integreerumisega Euroopasse.

Võtmesõnad: **mehhatroonika eriala spetsialiseerumine; EL riikide õppekavad, kutseoskusnõuded ja tehnilised standardid; mehhatroonika eriala mehhaanika, automaatika ja informaatika suunad.**

Keywords:

Säilitamise koht: **TÜ kasvatusteaduste teaduskonna raamatukogus**

Töö autor:

allkiri:

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

allkiri:

Faculty Education science		Department Vocational education	
Title Mechatronics speciality curriculum – achieving accordance with EU standards			
Science field Theory of educational programs			
Applied degree Bachelor	Month and year May 29th, 2006	Number of pages: 56 Sources: 20 Additions: 4	
<p>Abstract</p> <p>The Estonian Republic is part of the European Union (EU) and our goal is to have all the graduates of mechatronics in Estonia recognized and accepted in all of the EU countries. Currently in Estonia there is no EU accepted mechatronics curriculum. The speciality is somewhat diffuse, there is a need for more explicit specialization (during the 3rd and 4th years of vocational education).</p> <p>For describing a new mechatronics curriculum, a questionnaire was composed, which was then distributed to engineers working in different mechatronics areas as well as in schools. As a result, specialization curriculum was developed for the 3rd and 4th year students.</p> <p>The purpose of the thesis was to develop an enhanced curriculum of mechatronics speciality in order to improve the level of vocational education of mechatronics in Tallinn Center of Industrial Education. It is necessary to develop a program, which best meets EU standards as well as the expectations of employers. The new program gives us an opportunity for specialisation during the 3rd and 4th year and is based on the following principles – demands to the mechatronics specialization in Estonian conditions, principles and requirements in EU countries, principles of progressive specialization in the curriculum.</p> <p>The fact that the entire world is changing fast is indisputable. Together with those changes, the character of work is changing too. Development of infotechnology brings along accelerating developments of communication systems, including international networks. As a result, there is a huge growth of the amount of information in the society. People will not be able to fully control the information available even in their own specialization area. New professions are created, others become obsolete.</p> <p>Learning, in its modern sense, takes place when that which is learned has meaning in terms of noticing and solving the problems relevant to the student.</p> <p>Expert opinions indicate that the specialisation in the mechatronics curriculum suits the needs</p>			

of the demands for mechatronics education in the changing world and enables modern learning conditions for a person to prepare for his/her future working life.

Current Bachelor's thesis has influence on the quality of vocational education, on the international co-operation in vocational education, and on the integration of Estonia into the European Union.

Keywords: **Specialization in mechatronics, educational programs of EU countries, qualification requirements and technical standards, mechanics of mechatronics speciality, guidelines of automatics and informatics**

Storage: **Library of Vocational Education Faculty of Tallinn University**

Author: **Eduard Brindfeldt**

Signature:

Allowed to defend:

Supervisor:

Signature:

SISSEJUHATUS	8
1. ERIALA JA SELLELE ESITATAVAD NÕUDED	12
1.1. ERIALA ISELOOMUSTUS	12
1.2. ÜLEVAADE TEISTE RIIKIDE ÕPPEKAVADEST	15
1.3. ÜLEVAADE ERIALA TEHNILISTEST STANDARDITEST	19
1.4. TÖÖANDJATE NÕUDED ERIALA KOOLITAMISELE	20
2. ÕPPEKAVA KAVANDATAVAD SUUNAD JA PÕHIMÕTTED	22
2.1. ÕPPEKAVA SPETSIALISEERUMISSUUNAD	23
2.2. SPETSIALISEERUMINE MEHAANIKA SUUNDA	23
2.3. SPETSIALISEERUMINE AUTOMAATIKA SUUNDA	24
2.4. SPETSIALISEERUMINE INFORMAATIKA SUUNDA	25
3. MEHHATROONIKA ERIALA ÕPPEKAVA	26
3.1. ÕPPEKAVA ERINEVATE MOODULITE STRUKTUUR JA ÜLESEHITUS	26
3.2. ÕPPEKAVA STRUKTUUR JA ÜLESEHITUS	33
3.3. HINDAMISE ÜLDPÕHIMÕTTED JA KORRALDUS	37
3.4. ÜLDAINETE JA ERIALA AINETE OMAVAHELINE KOOSTÖÖ.....	40
3.5. ÕPPEKAVA ERINEVATE MOODULITE JAOTUS KURSUSTE LÕIKES.	43
3.6. ÕPPEKAVA MOODULID VASTAVALT SPETSIALISEERUMISELE	44
3.6.1. MEHHAANIKA MOODUL	44
3.6.2. KINNISVARA AUTOMAATIKA MOODUL	46
3.6.3. RAALPROJEKTEERIMISES (CAE - COMPUTER AIDED ENGINEERING) MOODUL.....	51
4. ÕPPEKAVA OTSTARBEKUS HINDAMINE	55
4.2. HINNANGUTE EESMÄRK JA LÄBIVIIMINE	55
4.3. HINNANGUTE ANALÜÜS	56
4.4. HINDAMISTULEMUSTE ANALÜÜS	58

JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	59
KIRJANDUS	60
LISAD:	62
<i>Lisa 1. Küsitlusleht</i>	62
<i>Lisa 2. Ekspert hinnangute küsimustik</i>	66
<i>Lisa 3. Mehhatrooniku kutsestandard I, II ja III</i>	67
<i>Lisa 4. Uus õppekava (eraldi köites)</i>	72

Sissejuhatus

Uue mehhatroonika õppekava kirjeldamiseks koostati küsimustik, mida levitati erinevates mehhatroonikavaldkonnas tegutsevates ettevõtetes töötavate inseneride ja õppeasutuste seas. Selle tulemusena tegin uue õppekava jaoks ettepanekuid ja arendasin välja mehhatroonika õppekava spetsialiseerumise kolmandal ja neljandal kursusel. Antud töö püüab leida vastuseid järgmistele küsimustele: Mis on mehhatroonika? Milliseid uuendusi on vaja hariduses? Milline peab olema uue õppekava väljund? Millist sisseaset vajab õppeprotsess?

Eesti Vabariik kuulub Euroopa Liitu ja meie eesmärk on, et mehhatroonika eriala lõpetanuid aktsepteeritaks kõikides Euroopa riikides. Meil puudub EÜ riikides aktsepteeritud Mehhatroonika eriala õppekava, sellele lisaks on eriala liiga laialivalguva ja oleks vajalik konkreetsem spetsialiseerumine (III ning IV kursusel).

Ülaltoodud vastuoludest tuleneb töös lahendatav probleem: Milline õppekava kindlustab mehhatrooniku eriala koolitamisel, spetsialiseerumisvõimalused, mis vastaks EL nõuetele?

Selle töö eesmärgiks on uue mehhatroonika eriala täiustatud õppekava loomine, et parandada kutsehariduse taset mehhatroonikute koolitamisel Tallinna Tööstushariduskeskuses. On vajalik välja töötada selline õppekava mille järgi koolitatud mehhatroonikud vastavad kõige paremini EÜ standarditele ja tööandjate ootustele. Uus õppekava võimaldaks anda vanematel kursustel (III ja IV kursus) konkreetse spetsialiseerumise ja selle koostamise aluseks on võetud järgnevad põhimõtted:

1. Eesti oludele vastavad mehhatroonika eriala spetsialiseerumisvajadused;
2. EL maades rakendatavad nõuded ja põhimõtted;
3. õppekava astmelise spetsialiseerumise põhimõtted.

Töö eesmärgi saavutamiseks kuuluvad täitmisele järgmised ülesanded:

- selgitada välja tööandjate nõuded mehhatroonikute koolitamisel;
- analüüsida EL riikide õppekavu, kutseoskuskõudeid ja tehnilisi standardeid;
- hankida eksperthinnangud töös ettevõetavate suundade põhimõtete kohta;
- teha järeldused ja ettepanekud mehhatroonikute EL nõuetele vastavaks koolituseks;
- saada uut informatsiooni kutseõppe mehhatroonikavaldkonnast;
- arendada innovatiivseid lähenemisi koolituse kvaliteedis;
- kohaldada kutseõppe sisu ja seadmed uute kvalifikatsioonivajadustega läbi koostöö haridus- ja koolitusasutuste ning ettevõtete vahel;
- töötada välja uus kõrgkvaliteetne õppekava mis vastaks konkreetsemale spetsialiseerumisele mehhaanika, automaatika ja informaatika suunal;

Ülaltoodud ülesannete täitmiseks kasutatakse töös järgmisi meetodeid:

- normdokumentide analüüs;
- välisriikide kogemuse analüüs
- küsitlus tööandjatele
- eksperthinnangud;
- pedagoogiliste nähtuste analüüs ja süntees.

Antud töö üldeesmärk oli arendada uus innovatiivne mehhatroonika õppekava kutseõppe jaoks, integreerides õppekava Saksamaal, Soomes ja Eestis. Samuti,

tagades vastavuse kutseõppe õppematerjalide ja õppeprotsessi vahel erinevates riikides.

Bakalaureusetöö hõlmab endas järgmisi valdkondi:

2. Kvalifikatsiooni ülevaatus vastavalt tööandjate vajadusele tehnikute ja personali järele igas partnerriigis.
3. Õppekava ülesehitus, arvestades
 - et tööstuse vajadused ja nõuded oleksid tõlgendatud õppekeskkonda;
 - sobilik õppekava samas kutsevaldkonnas, aga erinevas õppeasutuses
4. Ühiste õppematerjalide arendamine erialaainete tarbeks, pidades meeles
 - kolme suunalist spetsialiseerumist
 - uut erialaterminoloogiat mehhatroonikavaldkonnas ja õppematerjalide tõlget erinevatest keeltest;
 - võimalust levitada neid materjale interneti vahendusel.

Õppekavast otsesed kasusaajad on:

1. Noored koolilõpetajad kuna õppekava pakub paremat kutseõpet, arvestades uusi innovatiivseid muutusi ärivaldkondades ja pakkudes võimalust omandada haridust rahvusvahelises keskkonnas;
2. Koolituseksperdid, kuna uus õppekava ja õppematerjalid on välja töötatud;
3. Haridus- ja koolitusasutused, kuna uuendatud õppekava ja õppematerjalid tõstavad nende asutuste koolitustaset ja aitab muuta tehnikaõpet ja koolitust huvitavamaks.
4. Kaudseteks kasusaajateks on tööstus- ja muud ettevõtted kui koolilõpetajad on paremini kvalifitseeritud (sooritanud kutseeksami) ja omavad spetsialiseeritud õppekavajärgset koolitust.

Bakalaureusetöö mõju

Käesolev bakalaureusetöö omab mõju kutseõppe kvaliteedile, rahvusvahelisele koostööle kutseõppes ja Eesti integreerumisega Euroopasse.

Erimõjud:

- Õppekava ülesehitus (mida õppida). Projekti taotluseks on suunata ettevõtete tähelepanu tegevuste ja vajaduste hindamisele;
- Õppematerjalid (kuidas õppida) kitsamale spetsialiseerumisele. Töö taotluseks on suunata tähelepanu õpetamiselt õppimisele koolituse abil, kasutades selleks uusi õppematerjale ja õppevahendeid;

- Rahvusvaheline koostöö. Projekti taotluseks on nihutada tähelepanu Euroopa integratsioonile kutseõppes ja Eesti integreerumist Euroopa Liitu.

Projekti väljundid

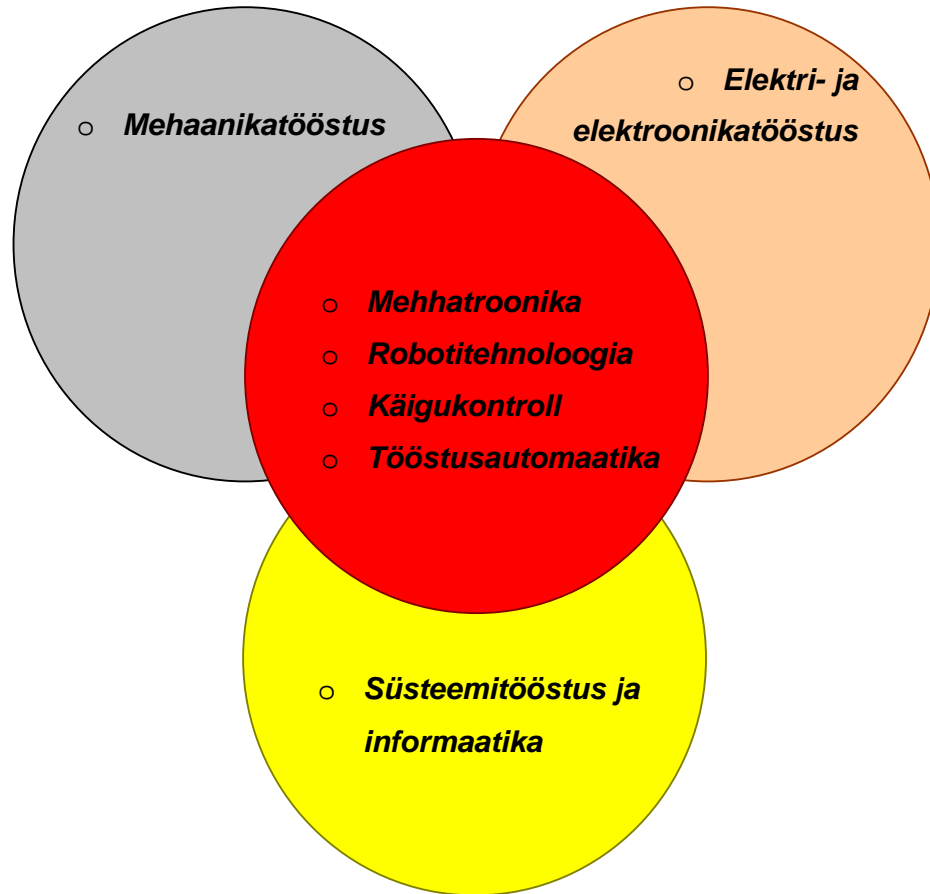
1. Uus mehhatroonika õppekava kutseõppes, vastates partnerriikide ettevõtjate vajadustele ja nõudmistele.
2. Uued õppematerjalid ja juhendid.
3. Uus mehhatrooniku kutsevalifikatsioon koos kutseeksami välja töötamisega.
4. Parendades õppejõudude professionaalset oskusteavet ja oskusi.
5. Suurendatud õpilas- ja personalivahetust partnerriikide vahel.

1. Eriala ja sellele esitatavad nõuded

1.1. *Eriala iseloomustus*

Mis on mehhatroonika?

Mõistet „*mehhatroonika*” kasutati esmakordselt Jaapanis rohkem kui 30 aastat tagasi, et iseloomustada robotika valdkonda. Enamasti kasutati seda mõistet mehaanikainseneride laiendatud tegevusala kirjeldamiseks. Mehaanikakomponentide integreerimisel sensorite, käivitite, elektrihamite, kontrollite ja informaatikaga tekkis uus mehaanikatööstuse haru. Teisalt moodustati samasugune tegevusvaldkond elektri- ja süsteemiinseneridele. Elektrihamite ja jõuelektroonika valdkonnas tegutsevate elektriinseneride jaoks on peateemaks optimaalne konversioon elektriliselt mehaanilisele energiale. Mehhatroonikani viib ka elektriseadmete integreerimine modernsete elektroonikakomponentide ja tarkvaraga. Termin „*mehhatroonika*” ei ole elektriinseneride seas populaarne. Viimaste aastate jooksul on kasutusele võetud traditsioonilise elektrihamite valdkonna asemel üldisem termin „*käigukontroll*”. Enamus tööstustehnoloogiaid põhinevad erinevatel seadmetel ja mehaanilistel konstruktsioonidel. Enamusest elektrienergiast (60...70%) kasutavad mehaanilise liikumise konversioonitekitavad ajamid. Mehhatroonikavaldkond sarnaneb paljus automaatikatööstusega, peamine süsteemiinseneride tegevusvaldkond. Joonis 1 on näidatud erinevate tööstusvaldkondade omavaheline koostoime.[1,2]



Joonis 1. Mehhatroonika kui tööstusvaldkonna interaktiivne osapool

Mehhatroonika defineerimiseks on mitmeid võimalusi. Kõige üldisemalt võib mehhatroonikat defineerida kui modernse tehnoloogia uut paradigmat. See tähendab, et tänapäeva insenerid peavad omama uut ja ulatuslikku mõtteviisi. Iseäranis, on mehhatroonika uus tehnoloogiavaldkond, mis on omavahel integreerinud mikroelektronika, mikro-mehaanika, infotehnoloogia ja mis tegeleb tööstuse spetsiaalsete mehaanikaharudega. Kolmanda visioonina mehhatroonikast võib tuua kirjelduse temast kui interaktiivsest osapooldest erinevate tööstusvaldkondade vahel. Mitmed autorid peavad mehhatroonikat tööstuses multidistsiplinaarseks, kus mehaanika, elektroonika, kontrolli ja arvuti kasutamise omavaheline integreerimine ületab üksikute seonduvate tegevuste eelised. Erinevate subjektide sünergia tagab tegevuste ulatuse ainulaadsete tasemeteni. Joonis 2 defineerib

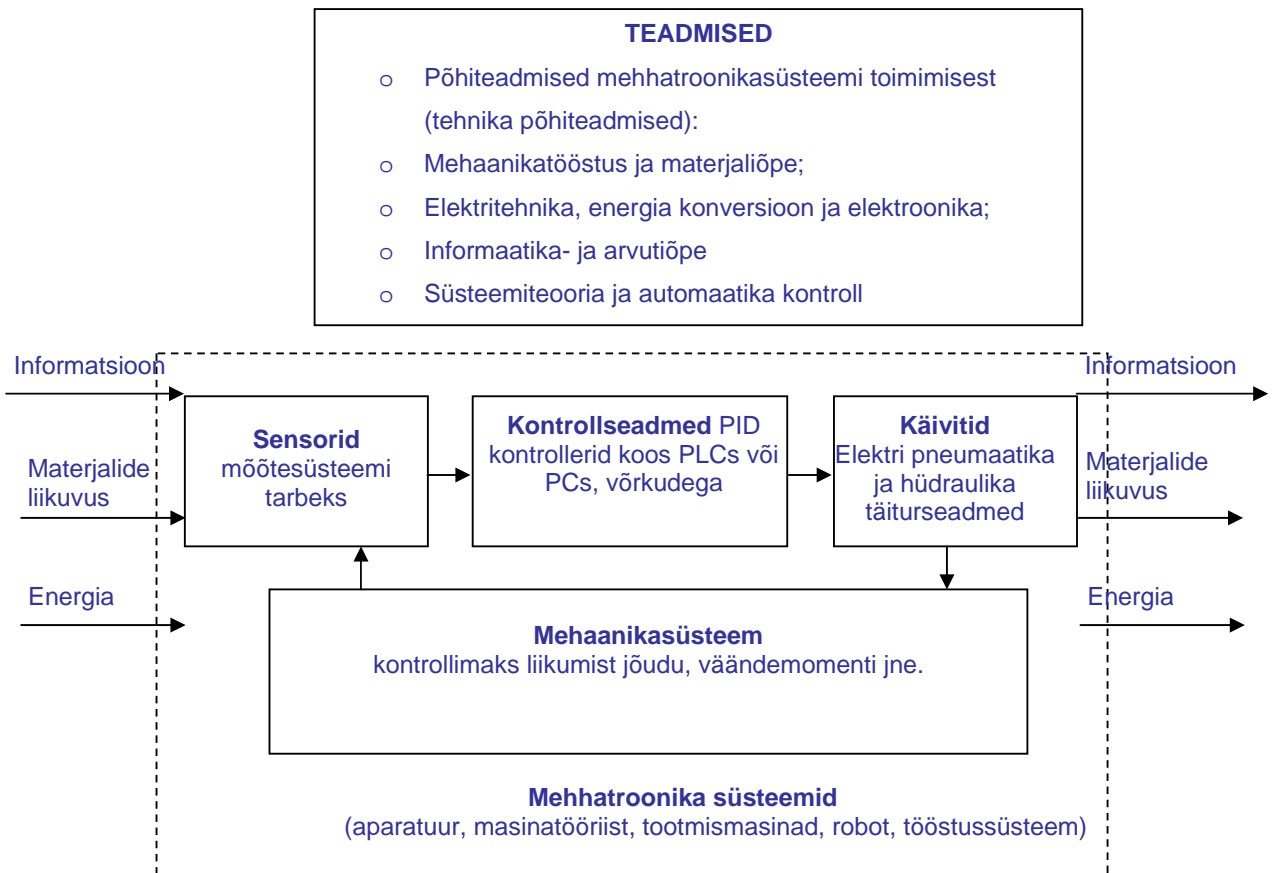
mehhatroonikasüsteemi kui süsteemi, mis kontrollib materjalide, energia ja informatsiooni liikuvust.

Järgmist definitsiooni kasutati Mehhatroonika Konverentsil 2000. aastal Atlantias (USA):

„Mehhatroonika on esile kerkiv tehnikavaldkond, mis võib tõenäoliselt muuta tehnikahariduse fundamentaalset loomust, elektri- ja mehaanikatööstust (Victor Giurgiutiu, Abdel-Moez E. Bayoumi, Craig A. Rogers, Greg Nall. Lõuna-Kalifornia Ülikool, USA).

Suur vajadus on ulatusliku õppekava reformi järele. Drastilised tehnoloogilised edusammud elektromehaanilistes liikumehhanismides ja jõuelektroonikas, seadmetes ja integreeritud ahelates (IAd), mikro- ja nano-elektromehaanilistes süsteemides (MEMS ja NEMS), materjalides ja pakendamistes, arvutites ja informaatika tehnoloogias, mikroprotsessorites ja digitaalsetes signaalprotsessorites (DSPs), digitaalsetes signaal- ja optilistes protsessides, avuti programmeerimisvahendites ja simulatsioonitarkvaras, on toonud kaasa uusi väljakutseid. Selle tulemusena, on mitmed tehnikakoolid vaadanud üle oma õppekavad, et pakkuda asjakohaseid mehhatroonikakursuseid (Sergey Edward Lyshevski. Elektri- ja Arvutitehnika osakond, Purdue Ülikool Indianapolises, USA).

Mehhatroonikasüsteemi võib kirjeldada järgneva struktuuri abil skeemis 2. See defineerib mehhatroonikasüsteemi kui süsteemi, mis kontrollib materjalide, energia ja informatsiooni liikuvust.[3]



Joonis 2. Mehhatroonikasüsteem

1.2. Ülevaade teiste riikide õppekavadest

Teiste riikide õppekavadest sai vaadeldud Saksamaa (Immenstadt'i) ja Soome (Helsingi) õppekavasid ja nende ettepanekuid mehhatroonika eriala õpetamisel erinevate õppeainete lõikes. Nende ettepanekutega võrdlesin Eesti(Tallinn) spetsialistide poolt antud soovitusi (Tabel 1).

Tabel 1. Nimekiri mehhatroonika rahvusvahelise õppekava õppeainetest

Õppeained	Immenstadt`i õppekava Saksamaa	Helsinki õppekava (Soome)	Tallinna ettepane- kud (Eesti)	Kokku, %
	Tundide maht ja % kogumahust			
Materjalide tehnoloogia	18 h (0,34%)	96 h (2%)	80 h (2,22%)	0,5...2
Mehaanika alused	82 h (1,56 %)	336 h (7%)	120 h (3,33%)	2...5
Tehniline konstruktsioon ja kommunikatsioon	211 h (4 %)	144 h (3%)	200 h (5,55%)	3...4
Elektrotehnika alused	404 h (7,65 %)	144 h (33%)	160 h (4,44%)	4...7
Arvutiõppe alused	82 h (1,56 %)	96 h (2%)	160 h (4,44%)	2...4
Tootmisprotsess	494 h (9,35 %)	480 h (10%)	80 h (2,22%)	5...9
Automaatika	84 h (1,6 %)	144 h (3%)	120 h (3,33%)	2...3
Pneumaatika ja hüdraulika	121 h (2,3 %)	144 h (3%)	240 h (6,66%)	3...4
Elektroonika	26 h (0,5 %)	144 h (3%)	120 h (3,33%)	2...3
PLC programmeerimine	90 h (1,7 %)	336 h (7%)	160 h (4,44%)	2...5
PLC süsteemid	116 h (2,2 %)	336 h (7%)	120h (3,33%)	2...5
Praktiline mehaanika	343 h (6,5 %)	336 h (7%)	240 h (6,66%)	5...7
Praktiline elektrotehnika	290 h (5,5 %)	336 h (7%)	240 h (6,66%)	5...7

Montaaž ja hooldus	686 h (13 %)	480 h (10%)	120 h (3,33%)	5...10
Rakenduslik arvutiõpe	222 h (4,2 %)	144 h (3%)	200 h (5,55%)	4...5
Mehhatroonika- süsteemid I	522 h (9,9 %)	336 h (7%)	200 h (5,55%)	6...9
Mehhatroonika- süsteemid II	533 h (10,1 %)	336 h (7%)	120 h (3,33%)	6...9
Logistika	46 h (0,87 %)	144 h (3%)	80 h (2,22%)	1...2
Elektromagnetiline ühilduvus	12 h (0,23 %)	144 h (3%)	40 h (1,11%)	0,5...1
Spetsialiseerumine tööstuses	485 h (9,2 %)	0	520 h (14,44%)	10...12
Kvaliteedigarantii	111 h (2,1 %)	144 h (3%)	40 h (1,11%)	1...3
Seadusandlikud ja ohutusregulatsioonid	74 h (1,4 %)	0	40 h (1,11%)	1...2
Lõplik meeskonnaprojekt	148 h (2,8 %)	0	160 h (4,44%)	2...4
Lõpueksam	37 h (0,7 %)	0	40 h (1,11%)	1
Õppetundide kogumaht ja õppeaeg (aastates)	5279 tundi + keeled ja sotsiaal- teadus (3,5 aastat)	4800 tundi mehhatroonik a õpet (3 aastat)	3600 tundi + 2000 üldainete õpet (3,5 aastat)	75 ...123 %

Saksamaal on kutseõpe väga praktiliselt orienteeritud. Tööstuse kõrgtehnoloogilised praktikabaasid ja suured mehhatroonikavaldkonnas tegutsevad ettevõtted pakuvad tööstuses hästi ulatuslikku kutsealast koolitust. Saksamaal põhineb kutseõpe n.ö topeltsüsteemil. Berufsschule Immenstadt`is on õppekava kooskõlastatud ettevõtte ametikoolituse programmidega. Õpilased veedavad oma õppeajast umbes 60...70 %

tööstuses. Seetõttu ei saa Saksamaa mehhatroonika õppekava võrrelda üheselt teiste riikide õppekavaga.

Soome kutseõpe jääb oma olemuselt Eesti ja Saksa kutseõppe vahele. Kindlasti erineb ta Saksa kutseõppest selle poolest, et on rohkem koolipõhine. Eesti kutseõppest erineb ta selle poolest, et ei anna kohustuslikku keskharidust.

Tallinna ettepaneku tulemused saan interneti põhilise testi põhjal. Testi näidisega saab tutvuda lisa 2. Küsitluses osalesid 20 mehhatroonika eriala tundvat spetsialisti. Nendest 5 oli Tallinna Tööstushariduskeskuse õppejõud. Kõigil õppejõududel on erialane kõrgharidus ja erialal töötamise staaž vahemikus 5 kuni 25 aastat. 10 eksperti on erinevatest ettevõtetest Siemens Eesti AS, JOT Eesti AS, Klinkmann Eesti AS, Eesti Energia ja AS Elcotec. Nendel on kõigil erialane kõrgharidus ja ettevõttes töötamise staaž on 5 kuni 15 aastat. Lisaks ülalmainitule võtsid sellest küsitlusest osa veel 10 õppejõudu teistest õppeasutustest: Tallinna Tehnikaülikoolist, Tallinna Tehnikakõrgkoolist, Tallinna Polütehnikumist ning Võrumaa ja Taru Kutseõppekeskustest.

1.3. Ülevaade eriala tehnilistest standarditest

Mehhatroonik teostab üht või mitut alljärgnevat tegevust: mehhatroonikasüsteemide koostamine, testimine, eksploatatsiooni andmine, protsessi seire ja mehhatroonikasüsteemide talitusjärelvalve korraldamine mitmesugustes kasutamisvaldkondades.

Töö nõuab tehnilise dokumentatsiooni lugemise oskust, mehhatroonika süsteemide komponentide tundmist; tootmisprotsesside tundmist ja nende lahutamist allprotsessideks; juhtsüsteemide struktuuri, infotöötuse ja edastuse põhimõtete ning signaalide muundamise tundmist.

Töö eeldab rakendustarkvara tundmist ja juhtprogrammide koostamise oskust.

Mehhatroonik kasutab mitmesuguseid mõõte- ja tööriistu ning muid abivahendeid.

Kutse eeldab ruumilist kujutlusvõimet, üldistusvõimet, arenenud vastutustunnet ning koostöövalmidust, samuti vaimset ja füüsilist sobivust.

Mehhatroonik III on võimeline edasi andma oma kutsealaseid teadmisi ja oskusi ning juhendama noortöölisi ja praktikante. Ta on valmis juhtima töögruppi, vastutama ressursside jagamise ning teiste töö korraldamise ja tulemuste eest.

Olenevalt töö spetsiifikast on mehhatroonik suuteline töötama mitmesuguste tööstusharude ettevõtetes mehhatroonikasüsteemi koostamisel, hooldamisel ja juhtprogrammide väljatöötamisel.

Mehhatroonik I kutsekvalifikatsiooni taotlemisel on nõutav kutsealane ettevalmistus ja põhiharidus.

Mehhatroonik II kutsekvalifikatsiooni taotlemisel on nõutav keskharidus, kutsealane ettevalmistus või 1-aastane järjepidev töötamine mehhatroonikuna.

Mehhatroonik III kutsekvalifikatsiooni taotlemisel on nõutav kutsealane ettevalmistus, juhtimisalane baaskoolitus, keskharidus ning 3-aastane järjepidev töötamine mehhatroonikuna ja noortöölise või praktikandi juhendamise kogemus viimase aasta jooksul.

Kutsestandardi põhjal peab mehhatroonik tundma järgmist:

1. kutsealal kasutatavaid normdokumente;

2. kutsealal kasutatavaid materjale, nende omaduste ja tähistuste tundmist;
3. kutsealane terminoloogia – eesti ja inglise keeles;
4. tehnilise dokumentatsiooni lugemist ja vahendamist;
5. kutsealal kasutatavate seadmete tööpõhimõtteid, ehitust, juhtimist, kasutamist ja hooldust;
6. mehhatroonikasüsteemide elementide ja nende tähistuste tundmist;
7. mehhatroonikasüsteemide koostamist ja testimist;
8. kutsealal kasutatavate töö- ja mõõteriistade tööpõhimõtteid, kasutamist ja hooldust;
9. protsessortechnika rakendamist mehhatroonikasüsteemides;
10. raalprojekteerimist (CAE - *Computer Aided Engineering*).

1.4. Tööandjate nõuded eriala koolitamisele

Selgitamaks välja, mida uus mehhatroonika õppekava sisaldama peaks, koostati küsimustik (Lisa 1), mida levitati mehhatroonikavaldkonnas tegutsevate ettevõtete inseneride ja haridusasutuste vahel. Analüüsi järgmise kahe grupi vastuseid esitatud küsimustele:

- Mehhatrooniku professionaalne profiil;
- Detailsed teadmised mehhatroonikavaldkonnas;

Mehhatrooniku professionaalne profiil.

küsimused olid järgmised:

Milline on sobilik teadmiste vahekord mehaanika ja elektri vahel?

Millised on traditsioonilised hariduskomponendid mehhatrooniku jaoks?

Milline on optimaalne vahekord elektri- ja mehaanikaõppe vahel, tark- ja riistvara vahel jne?

Kas on vajalik tuua mehhatroonikuni n.ö uus meedia nagu internet, e-mail, e-kaubandus jne?

Detailed teadmised mehhatroonikavaldkonnas.

Vastused hindasid mehhatroonikavaldkonna erinevaid harusid: oskuste ja teadmiste olulisus, mis puudutab pneumaatika installatsioonide paigaldamist ja kasutamist ja/või seadmeid, hüdraulika installatsioone ja/või seadmeid; elektri- ja elektroonika-installatsioone ja/või seadmeid ning erinevate tööstuse alaharude automaatika olulisust. Näiteks, vastused (keskmised numbrid) küsimusele „Palun määra tabelis 2 toodud tööstuse alaharude automaatika olulisus [19]

väga vajalik - „+2“

vajalik - „+1“

ei oska öelda - „0”

vähe vajalik - „-1“

ei ole vajalik - „-2“

Pöördume ekspertide poole kui oma ala asjatundja poole, hinnangute saamiseks, mehhatroonikavaldkonna erinevate harude: oskuste ja teadmiste olulisuse kohta

Küsimustele said nad vastata järgmisel aadressil:

<http://www.eformular.com/eduard/mehhatroonika02.html>

2. Õppekava kavandatavad suunad ja põhimõtted

Mida peab uus õppekava sisaldama?

Praktikaperiood tööstuses (tööstuspraktika) tuleb liita kogu õppeajaga, kus erinevate õppeainete praktikatunnid on võrreldavad teise õppekava tundidega. Teisalt, kogu praktika-aeg (aastates või tundides) erineb erinevate riikide omadest. Seetõttu on erinevate õppekavade võrdlemisel märgatavalt näha mahtude erinevus (esitatud tabelis 2).

Järgnevast tabelist 2 näeme, kuidas on viie palli süsteemis võrreldakse mehaanika ja automaatika osakaalu ettevõtete mehhatroonika süsteemides.

Tabel 2: Erinevate gruppide arvamused tööstuse erinevate alaharude automaatika ja mehaanika olulisuse kohta

Nimetus	Eesti elektri-ettevõtted	Eesti mehaanikaettevõtted	Eesti kutsekoolid	Soome	Saksa
	Keskmise number				
PLC-programmeerimine ja tegevuse visualiseerimine	4,2	2,1	5,0	3,3	4,2
CNC-programmeerimine	3,6	2,6	4,2	2,9	2,5
Käsitus- ja käsitsusüsteemide programmeerimine	4,2	1,8	3,3	2,5	3,3
Mehaanikasüsteemide monteerimine ja lahtimonteerimine	4,2	3,4	3,3	3,4	4,7
Riist- ja tarkvara testimine	4,0	3,0	4,2	3,2	4,3

Mehhatroonika- võrgustikus vigade otsimine ja hooldamine	3,3	2,9	5,0	3,4	3,9
Mikroprotsessorite programmeerimine	3,9	2,0	5,0	2,5	4,8
Standardid	2,5	3,6	4,2	2,8	2,7

2.1. Õppekava spetsialiseerumissuunad

Õppekava spetsialiseerumine on vajalik järgnevatel põhjustel:

Mehhatroonika on väga laia suunitlusega eriala ja ei ole võimalik 3,5 aastaga põhihariduse ja 2,5 aastaga keskkariduse baasil omandada kõike kolme suunda heal tasemel. Eriti suurt rõhku panen nõrga ettevalmistusega põhikooli järgsetesse õpilastesse kellel reeglina on suured raskused üldainetes edasi jõudmises.

Tootmisbaasid ja ettevõtted kuhu õpilased lähevad on väga laia amplituudiga alates toiduainete tööstuses lõpetades elektroonikatööstusega, vahele jäävad õmblustööstus oma hooldusmeeskonnaga jne.

Tööandjad soovivad töötajatelt võimalikult head ettevalmistust vastavalt ettevõtte spetsiifikale. Selleks et õmblus- ja kudumismasinade mehaanikud vajaksid tugevat mehaanika ja peenmehaanika alast ettevalmistust. Ventilatsiooni, hooneautomaatika ja elektroonikaga tegelevad firmad sooviksid aga väga head automaatika ja elektri alast ettevalmistust ning loogika kontrollritega tegelevad firmad vajaksid jälle tugevat informaatika alast suunda

2.2. Spetsialiseerumine mehaanika suunda

Mehaanika suund peaks valmistama õpilased ette töötamiseks töökohtadel kus vajatakse mehaanika ja peenmehaanika alaste teadmiste ja oskustega spetsialiste hõlmama.

Mehaanika suuna õppija peaks omandama süvenenud teadmisi järgmistes valdkondades:

- Teoreetilise põhiõppe valdkondade: insenerimehaanika, tugevusõpetus, kvaliteeditehnika, konstruktsioonimaterjalide tehnoloogia tundmine lähtudes eriala nõuetest.
- Eriala põhi valdkondade tundmine, nagu masinaelemendid, tugevusõpetus, materjalitehnika, aero- ja hüdrodünaamika, masinamehaanika, tootmistehnika, tootmiseseadmed, mis võimaldavad lahendada igapäevaprobleeme
- Kitsamate erialaste distsipliinide: hüdraulika, pneumaatika, automatiseerimistehnika, inimene-masinsuhted, triboloogia (*Triboloogia kui hõõrdumise ja kulumise teadus*), ekspertsüsteemid, modelleerimine, CAD, CAM projekteerimise süsteemid, töökindlustehnika, valu-, surve- ja keevitustehnoloogia, kõrgtehnoloogiamaterjalid jt. tundmine sõltuvalt spetsialiseerumisest

2.3. Spetsialiseerumine automaatika suunda

Automaatika suund peaks valmistama õpilased ette töötamiseks töökohtadel kus vajatakse elektri ja automaatika alaste teadmiste ja oskustega spetsialiste hõlmama. **Automaatika** süvateadmised ja -oskused teatud valdkonna (energeetika, tööstus, ehitus vms) automatiseeritavatest protsessidest võimaldavad valida automaatika-seadmeid ja -süsteeme, diagnoosida vigu, analüüsida ja kõrvaldada neid

Automaatika suuna õppija peaks omandama süvenenud teadmisi järgmistes valdkondades

- Teoreetilise põhiõppe valdkondade: elektrotehnika, elektrotehnika alused elektroonika alused, komponendid ja lülitused, automaatika alused elektrimaterjalide tehnoloogia tundmine lähtudes eriala nõuetest.
- Eriala põhi valdkondade tundmine, nagu Protsessortehnika põhimõisted, tehnilise dokumentatsiooni lugemine tõlgendamine ja koostamine, kutsealal kasutatavad tööriistad, seadmed ja kaitsevahendid, kaabeldus süsteemide ehitamine, tehnilised ja elektrilised mõõtmised, mõõteriistad ja metroloogia alused, andurid ja täiturelemendid, nende tööpõhimõtted ning paigaldamine elektromagnetiline ühildatavus elektriohutus protsessiohutus mis võimaldavad lahendada mehhatrooniku automaatika alaseid igapäevaprobleeme

- Kitsamate erialaste distsipliinide: digitaal- ja analoogelektronika lülitused, automaatikaseadmete ja –süsteemide programmeerimine ja häälestamine, protsessi visualiseerimise tundmine sõltuvalt spetsialiseerumisest

2.4. Spetsialiseerumine informaatika suunda

raalprojekteerimises (CAE - Computer Aided Engineering)

Informaatika suund peaks valmistama õpilased ette töötamiseks töökohtadel kus vajatakse süvendatud informaatika alaste teadmiste ja oskustega mehhatroonikuid.

Iformaatika süvateadmised ja -oskused teatud valdkonnas (energeetika, tööstus, ehitus vms) võimaldavad hallata IT süsteeme ja diagnoosida vigu, analüüsida ja kõrvaldada neid

Informaatika suuna õppija peaks omandama süvenenud teadmisi järgmistes valdkondades

- Teoreetilise põhiõppe valdkondade: digitaaltehnika ja loogika alused, arvutite komponendid ja arhitektuur, operatsioonisüsteemid, side ja võrgud ja võrguteenused elektrimaterjalide tehnoloogia tundmine lähtudes eriala nõuetest.
- Eriala suuna põhi valdkondade tundmine, nagu arvutite komponendid ja arhitektuur, protsessortehnika põhimõisted , raalprojekteerimispaketid, loogikakontrollerid ja nende programmeerimise alused andmeside, liidesed, protokollid, võrgud, tehnilise dokumentatsiooni lugemine tõlgendamine ja koostamine, mis võimaldavad lahendada mehhatrooniku informaatika alaseid igapäevaprobleeme
- Kitsamate erialaste distsipliinide: spetsiaalprogrammid, programmeerimis-keeled automaatikaseadmete ja –süsteemide programmeerimine ja häälestamine, raadio- ja mobiilside -põhised arvutisüsteemid, võrguhaldus tundmine sõltuvalt spetsialiseerumisest

3. Mehhatroonika eriala õppekava

3.1. Õppekava erinevate moodulite struktuur ja ülesehitus

Materjalide tehnoloogia (80 tundi, 2,22%)

Materjaliõpetus. Materjalide struktuurid ja omadused; metalsed materjalid: raudsüsiniksulamid, alumiinium ja alumiiniumsulamid, vask ja vasesulamid, nikkel ja niklisulamid, titaani ja titaansulamid, magneesium ja magneesiumsulamid, tsink, tina, plii ja nende teised sulamid.

Metallide standardid; mitte-metalsed materjalid: plastmassid, keraamika. Segumaterjalid: struktuur ja klassifikatsioon, metalsed segumaterjalid, plastilised segumaterjalid. Metallide töötlemine. Metallurgia. Valamistehnoloogia: klassifikatsioon, metallide valamisomadused, kasutatav valuvormi valamine, püsiv valuvormi valamine. Plastmasside tootmine: klassifikatsioon, toodetavus ja masstootmisprotsessid, lamepinna tootmisprotsessid. Keevitamine ja sellega seonduv tehnoloogia: klassifikatsioon, keevitamisprotsessid, kalestamine ja tinutamine, termiline lõikamine ja pindamine. Metallide lõikamine: lõikamise üldpõhimõtted, põhilised lõikamisprotsessid. Mitte-traditsionaalsed tööprotsessid; pulbermetallurgia: pulbertoodangu tehnoloogia, pulbermaterjalid. Elektrilised materjalid. Sissejuhatuse. Dielektrikud: dielektrikute alused, isoleermaterjalid ja nende rakendamine. Semikonduktorid. Konduktorid. Magnetilised materjalid.

Mehaanika põhitõed (120 tundi, 3,33 %)

Mehaanikatööstuse põhiolemus; materjalide tugevus: välis- ja sisejõud; pinevus, surve, vääne, muutuvus, väändemoment. Pinge, kohalik kontaktpinge, väsimusjõud.

Masinaelemendid: masinaelementide klassifikatsioon ja konstruktsioon. Mehaanilised ühendused ja nende klassifikatsioon, keermestusühendused, kiilud ja nõelad. Ülekanded ja nende klassifikatsioon: ülekanderattad ja ülekandeseaded, tigukruvi ülekandeseade, ahelülekanne, ahelad ja ahelrattad, rihmajamid, hõõrdumisel põhinevad ülekanded. Vardad ja teljed, laagrid: silinderlaagrid, mitte-hõõrduvad materjalid. Sidurid: sidurite tüübid ja nende ülesehitus. Vedrud. Määrdeid. Kaitsmed, sõrestik, mantlid.

Tehniline konstruktsioon ja kommunikatsioon (200 tundi, 5,55%)

Sissejuhatus: inimese- ja masinavaheline kommunikatsioon. Tehniline dokumentatsioon: joonised ja juhendmaterjalid. Geomeetrilised kujundid: konstruktsioonijoonised. Geomeetriliste projektsioonide sobitamine joonistele. Tehnilised joonised: joonis, visand, paigaldusplaan, diagramm jne. Standardiseerimine: jooniste standardid. Graafilised sümbolid. Ühendused: keermestused, keevitamine ja muud ühendused ning joonistel olevad masinelemendid. Mõõtmete, materjalide, tolerantside ja kõvaduse sobitamine joonistele. Detailjoonised. Montaažjoonised. Arvuti abil konstrueerimine masinaehituses: CAD tarkvara tehnilise konstrueerimise jaoks, AutoCAD, CAD key jne. Andmevahetus: inimese- ja masinavaheline kommunikatsioon. Tarkvarapaketid HMI kasutajaliidese jaoks. Andmevahetus: tööstuses kasutatav masinatevaheline kommunikatsioon, andmelingid ja kommunikatsioonivõrgustik.

Elektrotehnika alused (160 tundi, 4,44 %)

Alalisvool: vool, elektromotoorjõud, resistentsus ja juhtivus, alalisvooluahelad, Ohm'i seadus, elektrijõud ja energia, Kirchhoff'i seadused, takistite ühendus, energiaallikate ühendus. Mitte-lineaarsed alalisvooluahelad, paralleelsed ahelad, kompleksahelad. Elektromagnetism: magnetväljad, magnetiline induksioon, magnetvood, magnetiline läbitavus, B-H kõverad, hüsterees ja hüstereesis kadu, magnetilised ahelad, magnetiliste ahelate kalkulatsioon, elektromagnetid. Elektromagnetiline induksioon, Lenz'i seadus, mehaanilise energia konversioon elektrienergiaks, jõud voolujuhtivale konduktorile, iseinduksioon, induktiivsus, keerisvoolud, magnetvälja energia. Kondensaatorid ja mahtuvustakistus: kondensaatorid, paralleelselt ja järjestikku ühendatud kondensaatorid, talletatud energia. Vahelduvvool: aeg ja sagedus, vahelduvvoolugeneraator, sinusoidne laine kuju, voolu ja pinge ruutkeskmine, eritakistuseline vahelduvvoolu ahel, induktiivne vahelduvvooluahel, mahtuvuslik vahelduvvooluahel, R-L jadade vahelduvvoolu ahel, R-C jadade vahelduvvoolu ahel, R-L-C jadade vahelduvvoolu ahel, resonantsi jadad, paralleelresonants, jõufaktor, energia. Kolmefaasiline vahelduvvool: kolmefaasilise voolu tootmine, tähtühendus,

deltaühendus, võimsus kolme faasilises toites. Elektrimasinad: alalis- ja vahelduvvoolu masin, induktsioonimootor, sünkroonne masin, trafo.

Arvutiõppe alused (160 tundi, 4,44 %)

Sissejuhatus: arvuti- ja väliseaded, arvutite peamised komponendid, arvutite kasutamine, arvutite ja mikroprotsessorite lühiajalugu. Mälu ja mälutüübid: RAM, ROM, PROM, PPROM, EPROM, CD-ROM. Klaviatuur. DOS ja Windows: failid ja kataloogid. Ketta mälu vormindamine. Windows'i teksti redigeerimise tarkvara Word: dokumentide vormindamine, joonised, tabelid ja muud Wordi dokumentide objektid. Interneti kasutamine: otsimine ja lugemine internetis: kõige kasulikumad otsingumootorid maailmas ja kohalikud otsingumootorid, E-post ja veebilehed, veebilehtede koostamine. EXCEL'i tabelid ja diagrammid: tabelarvutamine. Programmeerimine EXCEL'is. Visual Basic. Programmeerimise alused: algoritmid, keelte programmeerimine, keelestruktuur ja käskude süsteem, lihtsa programmi koostamine, programmid ja alamprogrammid.

Tootmisprotsess (80 tundi, 2,22 %)

Lukksepa praktika: jooniste lugemine, markeerimine, lukksepa tööriistad, lõikamine, viilimine ja lihvimine. Metallilõikepinkide praktika: treimine, freesimine, sisetreimine, stantsimine ja puurimine. Profiil-lõikamine. Painutamine. Monteerimine. Mehaanilised ühendused: kruviühendused ja keermestamine. Tööriistade teritamine. Keevitamine: kaar- ja kontaktkeevitamine. Materjalide termiline töötlemine: tagumine kõvastamine jne.

Automaatika (120 tundi; 3,33 %)

Automaatkontrolli printsiibid ja meetodid: veale viitav kontroll, näidiselpõhinev kontroll, arukas kontroll. Kontrollsüsteemistruktuurid: tagasiside ja edastav kontroll. Automaatkontrolli kvaliteediomadused: stabiilsus, täpsus, püsiv olukorra viga, tõusuaeg, sisseseade aeg, pealtvoolu kõrgpunkt. Automaatikasüsteemi peamised komponendid: sensorid, regulaatorid ja käivitid. Sensorid: põhiprintsiibid, eritakistuslik, pinge-efekt, termo-eritakistuslik, induktiivne, mahtuvuslik, termo-

sidestumine, Hall'i efekt, pieso efekt, fotoefekti sensorid. Signaalmuundurid: primaarsed ja sekundaarsed muundurid. Elektromagnetilised releed. Magnetiliselt kontrollitavad kontaktid. Bimetalsed sensorid. Optilised sensorid. Mehaaniliste väärtuste sensorid: asendi, kiiruse, kiirenduse, jõu, väändemomendi jne sensorid. Elektriliste ja termiliste sensorite väärtused: pinge, voolu, võimsuse, temperatuuri jne sensorid. Regulaatorid: P, I, PI, PD ja PID-regulaatorid. Binaar-regulaatorid: releed. Programmeeritavad seadmed: PLC-d ja tööstusarvutid. Käivitud: servomootorid ja ajamid, elektromagnetilised ventiilid jne. Automaatikasüsteemid: monteerimine ja sobitamine. Näited: süsteemid tööstusautomaatika jaoks, elektriajamid, robotid jne.

Pneumaatika ja hüdraulika (240 tundi, 6,66 %)

Sissejuhatus – pneumaatika, hüdraulika ja elektriseadmete võrdlemine. Pneumaatika ja hüdraulika: kalkulatsioonid pneumaatikas ja hüdraulikas, peamised mõõteühikud ja pneumaatika ning hüdraulika kalkulatsioonid, pneumaatika ja hüdromehaanika, pneumaatika- ja hüdraulikasüsteemid, hüdrauliliste süsteemide töömahud. Kopressorid. Pumbad: klassifikatsioon ja pumpade tehnilised omadused, pumpade ülesehitus, pumpade valik hüdraulikasüsteemi jaoks. Hüdraulilised mootorid: nende ülesehitus. Pneumaatilised ja hüdraulilised silindrid: klassifikatsioon, pneumaatiliste ja hüdrauliliste silindrite ülesehitus. Pneumaatiliste ja hüdrauliliste süsteemide ventiilid ja nende klassifikatsioon. Ventiilide ülesehitus, reguleerivad ventiilid, elementide sümbolid pneumaatiliste ja hüdrauliliste skeemide jaoks.

Elektroonika (120 tundi, 3,33 %)

Sissejuhatus. Elektroonikaahelate passiivsed ja aktiivsed komponendid: takistid, kondensaatorid, reaktorid ja transformaatorid. Graafilised sümbolid. Komponendid: nominaalsed parameetrid ja markeerimine. Aktiivkomponendid: diodid, transistorid, võimsustransistorid (IGBT`d), türistorid ja GTO`d, aktiivkomponentide elektrilised omadused, graafilised sümbolid. Analoog- ja digitaalhelad: alaldid, alalis- ja vahelduvvooluvõimendid, signaalgeneraatorid, loogika-ahelad ja peamised loogikafunktsioonid, graafilised sümbolid. Elektroonika-ahelate mõõtevahendid: universaaltestrid, ostsillograafid ja loogika analüsaatorid. Loogika- aparaat: elektroonika kaitseademed, elektroonika releed, taimerid, PLCd.

Jõuelektronikaahelad: elektriagamites jõumuundurite kasutamine, elektriagamite kiiruse ja asendikontroll, sagedusmuundurid. Elektroonikaseadmete ülesehitus: trükiahelad, trükiahelate tehnoloogia. Elektroonika- ja jõuelektronikaaparatuuri installeerimine: elektromagnetiline sobivus, tööriistad ja instrumendid elektroonikaseadmete installeerimiseks.

PLC programmeerimine (160 tundi, 3,33 %)

Diskreetsed ja numbrilised signaalid: proovide võtmine, koodid ja kodeerimine, koodide konversioon, informatsiooni ja signaalvigade hulk. Loogikafunktsioonid ja loogika-ahelad: loogikafunktsioonid, loogika-ahelad, loogikaseadused ja loogika-ahelate areng. Ühendatavad loogika-ahelad: vahetatavad ahelad, kodeerijad ja dekodeerijad, aritmeetilis-loogika ühik. Järjestikulised loogika-ahelad: mitte-stabiilsed ja mono-stabiilsed loogika-ahelad, päästikud, registreerijad ja loendurid. Homogeensed loogika-ahelad: Loogikamaatriksid ja mälud, programmeeritavad loogikamaatriksid, kirjutuskaitstudmälud, juhupöördusmälud. Diskreetsed automaadid: diskreetse automaadika alused, algoritmide riistvara esitusviis, algoritmide tarkvara esitusviis, riist- ja tarkvara hierarhia. Programmeeritavate kontrollerite riistvara: mikroprotsessorite ja PLCde ülesehitus, funktsioneerimisprintsipiibid. Kontrollerite programmeerimise alused: kasutajaprogrammi struktuur, käskude struktuur, andmete vormindamine ja adresseerimine. Tarkvara ja programmeeritavate kontrollerite instruksioonid: programmeerimiskeeled, PLCde kompakt- ja moodultarkvara, tarkvara instruksioonid. Kontrollprogrammi areng: protsessi kirjeldus, programmeerimine, programmi testimine ja diagnostika. Programmeerimise näited PLCdele.

PLS süsteemid (120 tundi, 3,33 %)

PLCde kasutamine tööstuses, energia- ja vee- ning ehitusettevõtetes, moodultranspordis ja robotsüsteemis (MTS – moodultootmissüsteemid): arhitektuur ja ehitus. Kontrollalgoritmid PLC süsteemidele. PLCde ühendus tööstuskommunikatsioonivõrgustikega, kontroll PLCdega interneti või GSM võrgustiku vahendusel.

Praktiline mehaanika (240 tundi, 6,66 %)

Lukksepa praktika. Praktiline töö metallilõikepinkidel; keevituspraktika.

Oma töökoha korraldamine. Lukksepa töövahendid. tööriistade kasutamine ja hooldamine, lihtsamate tööriistade teritamine käial või terituspingil. Töödel kasutatavad materjalid, materjalide ettevalmistamine. Tasandiline ja ruumiline märkimine. Lukksepatööd: metalli painutamine ja õgvendamine, raiumine ja lõikamine, viilimine, puurimine, keermestamine, neetimine, lihtsamad lihvimistööd; pehmejoodistega jootmine. Kontrollmõõteriistade (nihiku, kruviku jms.) kasutamine, kontrolltoimingute teostamine. Töötervishoiu ja tööohutusnõuded lukksepatöödel.

Praktiline elektritehnika (240 tundi, 6,66 %)

Ohutusjuhendid elektritöödeks: elektriseadmete nominaalne pinge ja vool; nimeplaadid; ühendusjuhtmete ja -kaablite liigid; markeeringud juhtmetel ja kaablitel; isoleerimisliigid; kaablite elektrilaeng. Kaablite valik; isoleerimissüdamike värvid; elektrijuhtmete ja -kaablite paigaldamine; terminalid; liin; kaitsvad ja neutraalsed konduktoord; elektripaigaldised tööstuses; madalapingeliste lülitite ja kontrollaparatuuri montaažid; aparatuuri valik elektripaigaldistele; lülitus- ja kaitseaparatuur: lülitid, kaitsmed, kontaktid jne. Madalapingeliste lülitite ja kontrollaparatuuri paigaldamised; kaitseaparatuuri sobitamine; liinid torude ja juhttorude vahel; allmaa- ja õhujuhtmed; tööriistad paigaldustööde jaoks; elektriküttesüsteemid. Küttekaablid. Elektriajamite paigaldamine: mootorid, ülekandeseadmed ja tehnoloogilised masinad; elektrimasinate terminalikarbid ja terminalide markeerimine. Elektripaigaldised residuaal- ja ärihoonetes; ühenduskarbid, soklid, lülitid, lülitinupud jne. Valgustid. Ventilaatorid: nende paigaldamine. Elektriinstallatsioonid energiaettevõtetes: kompressoriid, külmikud ja kütteagregaadid; küttejaamade automaatika; patareid ja akud. Akude laadimine. Elektrimõõteriistade kasutamine: pinge, vool, võimsus ja energia mõõdeted.

Montaaž ja hooldus (120 tundi, 3,33 %)

Montaaži- ja hoolduspraktika töökogas või tööstuses.

Elektriliste suuruste (voolutugevus, pinge, takistus, võimsus, energia) mõõtmine ja

ahela parameetrite (induktiivsus, mahtuvus) arvutamine. Mõõtepiirkonna laiendamine (šundid, eeltakistid, mõõtetrafod). Arvestite ühendamine, isolatsioonitakistuse mõõtmine.

Rakenduslik arvutiõpe (200 tundi, 5,55 %)

Tööstuses nõutud rakenduslikud tarkvarapaketid, nt AutoCAD, InTouch jt.

Masinjoonestusprogrammi võimalused mitmesuguste jooniste väljatöötamisel. Programmi käivitamine. Joonise klassi ning tüübi valik. Joonise koostamine ja säilitamine. Kujundi valimine. Kujundi modifitseerimine. Kujundite sidumine. Teksti kujundus. Muudatuste sisseviimine. Elektriliste, elektroonsete, tehnoloogiliste, automaatika skeemide, ruumide plaanide jm koostamine. Elektri-, telefoni-, arvuti-, soojusvõrkude, signalisatsiooni kihitine kujutamine. Korruselised plaanid. Joonise väljastamine paberile.

Liitumine elektrivõrguga; elektripaigaldiste kavandamise alused; korterite ja pereelamute elektrisisustus, eluhoonete paigaldus- ja tarbimisvõimsuste määramine, juhustike paigalduspiirkonnad Elektrihoonised ja skeemid

Mehhatroonikasüsteemid I (200 tundi, 5,55 %)

Sissejuhatus. Mehhatroonikasüsteemide kirjeldus ja klassifikatsioon: mikro-mehhatroonikasüsteemid, elektromehaanika-aparatuur, elektriajamid, robotid jne. Mehhatroonikasüsteemide areng.

Kalkulatsioonide alus elektriajamites: väändemoment ja elektriajamite laengu iseloomustus; elektriajamite kiirusregulatsioon; elektriajamite tõhusus. Sagedusmuundur kui peamine elektriajamite kontrollseade: sagedusmuundurite peamised funktsioonid; energia konversioon elektromehaanilistes süsteemides. Ventilaatorite, kompressorite, liftide, kraanade, tööpinkide, robotite jne elektriajamid, elektriajamite sobitamine. Robotid ja manipulaatorid: klassifikatsioon, robotite ja manipulaatorite mehaanikasüsteem; järjestikuste ja paralleelsete kinemaatikatega robotid, elektri-, pneumaatika- ja hüdraulikaajamitega robotid, robotite programmeerimine ja kontroll. Robotite programmeerimine õpetamise käigus, robotite analüütiline programmeerimine, IML liides robotitele.

Mehhatroonikasüsteemid II (120 tundi, 3,33 %)

Tööstusautomaatika põhiprobleemid: automatiseeritud tootmine ja protsessikontroll, paindlik tootmissüsteem (PTS). Tööpinkide programmeerimine. Robotsüsteemid, automatiseeritud tööstusladu ja transpordisüsteemid. Tootmisprotsessi hierarhiline struktuur tööstuses: tööstuslikud andmevõrgustikud (Profibus, Interbus, CAN, LON, ASI jne), kontroll- ja visualiseerimistarkvara, liidesed, inim-masinliidesed (IML). Täielikult integreeritud automaatika.

Logistika (80 tundi, 2,22 %)

Materjalivajaduste kalkulatsioon. Töö organiseerimine töö paigas. Tegevuste planeerimine elektri- ja mehaanikasüsteemide monteerimiseks ja lahtimonteerimiseks.

Elektromagnetiline ühilduvus (40 tundi, 2,22 %)

Elektromagnetilise ühilduvuse standardid: DIN VDE 0701. Üldine ülevaade EMÜ probleemidest, EMÜ elektriajamites, EMÜ probleemid tööstus- ja residuaalhoonetes, EMÜ filtrid.

3.2. Õppekava struktuur ja ülesehitus

Õppeaasta koosneb õppeajast, praktikaajast,ksamiperioodist ja vaheajast. Üks õppeaasta sisaldab 40 õppenädalat. Üks õppenädal vastab 40 tunnile mistahes viisil õpilase poolt õpinguteks kulutatud tööle. Õppevaheaja kogukestus on vähemalt kaheksa nädalat aastas.

Õppekava on üles ehitatud moodulsüsteemis. Moodul on terviklik õppekava ühik. Moodulid on koostatud kutseoskuseõuete üldteadmiste ja -oskuste, põhioskuste, praktika ja ning lisa- ja erioskuste nõuetest lähtuvalt. Moodulitel on kindel eesmärk, määratud õpitulemused ja hindamise meetodid. Eristatakse

- Teooriaõpet (T);
- Praktilist õpet (P);
- Individuaalõpet (I).

Õppekavas on määratud teooria -, praktika – ja individuaalõppe (edaspidi Teooria/Praktika/Iseseisev töö) tundide jaotuse moodulis ning õppetöö ajaline jaotus õppeplaanina ja õppetöö graafikuna

Üldharidusainete eksamid sisalduvad üldainete õpingute kogumahas.

Kutsehariduslike riiklike eksamite ja lõputööde sooritamiseks kuluv õppeaeg on ette nähtud kutseõppe kogumahas.

Tabel 5: ÕPPEKAVA ERI TASEMETELE VASTAVAD MAHUD KKP taseme õppekava: õppeaeg 140 nädalat.

Õppeaine	Tunde	Nädalad	Märkused
Üldharidusained kokku T/I	2000	50	
Kohustuslikud moodulid	1280	32	
Valikmoodulid	720	18	eriala toetavalt
Kutseõpe T/P/I	3360	84	
Vabaained T/P/I	240	6	
KOKKU	5600	140	

- **Praktika eesmärk**

Õpetusega taotletakse, et õppija:

- kinnistab koolis õpitud teadmisi ja oskusi;
 - omandab kogemusi kolme praktikaetapi jooksul vähemalt ühes esitatud valdkondadest: elektripaigaldustööd, elektrikilbi koostetööd, lihtsamad käidutoimingud, kaabel- ja õhuliinide käit, trafode paigaldus ja käit, elektrimootorite paigaldus ja käit;
 - tutvub reaalse töökeskkonnaga ja praktikakoha töökorraldusega;
 - omandab vilumuse automaatiku töödel;
 - arendab isikuomadusi ja kutseoskusi;
 - õpib tundma materjalide ja kaasaegsete tehnoloogiate kasutamise võimalusi;
 - õpib ennast hindama töövõtjana.
- **Nõuded mooduli alustamiseks:**
 - Enne iga praktikaetapi algust sõlmitakse kooli, õpilase ja ettevõtte vahel praktikaleping vastavalt „Kutseõppeasutuse seaduses“ sätestatud korrale, mis on

ettevalmistuseks tulevases töökohas töölepingu sõlmimisele.

- Iga praktikaetapi alguses saab õpilane individuaalse praktikaülesande, mis koostatakse „Töölase tegevuste kirjelduse eellepingu“ põhjal (vt lisa 1).

- **Õppesisu**

I ETAPP (4 õn). Tutvumine töökorraldusega, teostatavate tööde ja tööohutusnõuetega elektripaigaldustöid või elektrikilbi koostetöid teostavas ettevõttes; teadmiste ja õppekeskkonnas saadud praktiliste oskuste rakendamine iseseisva töö käigus otsesel individuaalsel juhendamisel; tööülesannete täitmine sarnastes olukordades; rõhuasetus tööde tehnoloogia tundmisele ja teostuse kvaliteedile, ratsionaalsete tövõtete ja kogemuste omandamine; isikuomaduste kujundamine.

II ETAPP (8 õn). Praktika I etapil omandatud teadmiste-oskuste rakendamine ja arendamine tööelus iseseisva töö käigus vajadusel juhendamisel elektripaigaldustöid või kilbi koostetöid teostavas ettevõttes; tööülesannete täitmine erinevates olukordades rõhuasetusega tööde kvaliteedile; ratsionaalsete ja õigete tövõtete valdamine; isikuomaduste ja hoiakute järjekindel kujundamine.

III ETAPP (8 õn): kutsealaste teadmiste süvendamine, tööoskuste järjekindel arendamine, praktika I ja II etapil omandatud kogemuste rakendamine, vilumuste kujundamine; tööülesannete täitmine iseseisvalt erinevates olukordades. Kutsealaste tööoskuste süvendamine ja ettevalmistamine kooli lõpetamiseks; õpilane võtab iseseisvalt töötades osa ettevõtte tegevusest; õpilasel on kujunenud valmisolek ja hoiak asuda tööle õpitud kutsealal.

- **Õpitulemused:**

Õppijal on:

- kujunenud iseseisva töö oskused;
- kujunenud on hoiakud ja vajalikud isikuomadused asumaks tööellu.
- kujunenud valmisolek asuda tööle õpitud kutsealal;
- omandatud kollektiivis töötamise oskused erinevatel tööloikudel;
- tekkinud vastutustunne tehtud tööde kvaliteedi ja töötulemuste osas.

- **Hindamine**

Iga praktikaetapi tulemuste hindamisel lähtutakse praktika ettevõttee poolse juhendaja hinnangust ja iseloomustusest ning õpilase individuaalse praktikaülesande põhjal koostatud praktikaaruande kaitsmisetulemusest.

Praktika hindamisel võetakse aluseks:

- töökultuur (töövahendite hoidmise ja hooldamise oskus; töökoha organiseerimine, töö korraldamise oskus) ja töösse suhtumine;
- materjalide tundmine ja valikuoskus;
- töövahendite ja -seadmete tundmine ja kasutamisoskus;
- tööde tehnoloogilise järjekorra tundmine ja järgimine;
- õigete töövõtete valdamine;
- tööjooniste lugemise oskus;
- tööohutusnõuete järgimine;
- teostatud tööde kvaliteet;
- töötervishoiu ja -ohutusnõuete järgimine viimistlustöödel;
- õpilase isikuomadused: vastutustunnet, algatusvõimet ja distsipliini; valmisolekut meeskonnatööks, initsiatiivikust erialaste probleemide lahendamisel;
- praktikal osalemine.

Praktika hindamise kriteeriumid määratletakse lähtudes kesise, rahuldava, hea ja väga hea oskuse tasemetest:

- **VÄGA HEA:** töö on teostatud kvaliteetselt ja arvestades tööde tehnoloogiat; suhtumine töösse on positiivne; ilmutab huvi ja tahet õppida ning areneda; oskab tööd planeerida ja iseseisvalt sooritada; väärtustab enda ja teiste tööd; suhtub säästlikult materjalide kasutamisse; hoiab eeskujulikult korras tööriistad ja -vahendid ning töökoha; järgib ohutus- ja töötervishoiunõudeid.
- **HEA:** töö on teostatud hästi, esineb üksikuid kõrvalekaldeid kvaliteedis ja tehnoloogias; töösse suhtumine on positiivne ja püüdlik; suudab peale juhendamist iseseisvalt töötada; omab vastutustunnet ja säästlikku suhtumist

materjalide kasutamisel; hoiab korras töövahendid ja töökoha; järgib tervishoiu- ja ohutusnõudeid.

- RAHULDAV: töö on teostatud rahuldavalt, esineb kõrvalekaldeid kvaliteedis ja tehnoloogilisi ebatäpsusi; töötab aeglaselt ja töösse suhtumine on ükskõikne; vajab pidevat juhendamist ja kontrolli; huvi õppida ja areneda on tagasihoidlik; ei hooli töö kvaliteedist tulemusest; esineb puudusi materjalide, töövahendite ja töökoha kasutamises ning korrashoius; täidab tervishoiu- ja ohutusnõudeid.
- KASIN: töö on teostatud ebakvaliteetselt ja rikkudes tehnoloogilisi nõudeid; suhtub töösse negatiivselt ja ükskõikseltselt; eirab tööjuhiseid ja ohutusnõudeid; hoolimatu suhtumine töövahenditesse, materjalidesse.

3.3. Hindamise üldpõhimõtted ja korraldus

Hindamisel võrreldakse õppija teadmisi ja oskusi nõutavate õpitulemustega ja nende põhjal määratletud hindamiskriteeriumitega. [17]

Hindamise kriteeriumid, lähtuvad väga hea, hea, rahuldava ja kasina oskuse tasemest.

- VÄGA HEA (hinne „5"): Õpilane oskab teadlikult valida töös sobivaimad töömeetodid, töövahendid ning kasutada töövõtteid õigesti. Ta toimib aktiivselt ja motiveeritult erinevates töösituatsioonides, meeskonnatöös ja sidusrühmades. Ta oskab leida uusi lahendusi ja lahendada probleemsituatsioone. Õpilane suudab iseseisvalt töötada. Oskab analüüsida oma tööd, töökeskkonda, tööohutust, analüüsida ja arendada ennast mitmekülgset, toimimaks muutuvates olukordades. Õpilane oskab hinnata erialase informatsiooni õigsust ja usaldusväärsust. Ta oskab süstematiseerida, võrrelda ja analüüsida hangitud teadmisi ja töödelda neid oma töös kasutatavateks, võtta vastu otsuseid. Õpilane oskab töötades arvestada töökoha eripärasid, tajub oma tööd osana ettevõtte tööst ja ettevõtet osana toimimiskeskonnast.
- HEA (hinne „4"): Õpilane oskab kasutada töömeetodeid, töövahendeid jm. Suudab toimida erinevates situatsioonides ja meeskondades, kasutada omandatud oskusi ja tööga seotud teadmisi uutes situatsioonides. Ta oskab süstematiseerida, võrrelda ja analüüsida hangitud teadmisi ja töödelda neid kasutatavaks oma töös. Õpilane oskab kohaldada eeskirju ja juhendeid

erinevates situatsioonides ja järgida tööohutusnõudeid. Õpilane täidab talle antud ülesanded iseseisvalt ja hindab enda töö tulemusi objektiivselt. Ta oskab hinnata informatsiooni õigsust ja usaldusväärsust. Oskab esitada tööga seotud probleeme kirjalikult-joonistena, skeemidena.

- RAHULDAV (hinne „3"): Õpilane on võimeline tööle asuma õpitud kutsealal, hoolimata mõningate tööoskuste ja tööga seotud teadmiste puudulikkusest. Õpilane valdab lihtsamaid töömeetodeid. Tuleb toime tuttavates töösituatsioonides ning oskab kasutada tööoskusi ja tööga seotud teadmisi harjutussituatsioonides. Ta täidab korraldusi ja oskab hinnata enda töö tulemuslikkust.
- KASIN (hinne „2"): Õpilane tuleb raskustega toime tuttavates töösituatsioonides. Korduval otsesel juhendamisel suudab kasutada lihtsamaid töövõtteid. Teoreetilise teadmised on lünklikud. Töö teostamisel ei järgi tööde tehnoloogiat tulenevaid nõudeid. Suhtub töösse ükskõikselt. Õpilane eirab tööjuhiseid ja ohutusnõudeid, on hoolimatu töökaaslaste suhtes. Õpilase suhtumine töövahenditesse ja materjalidesse jätab soovida.

Praktika hindamisel võetakse aluseks:

- töökultuur (töövahendite hoidmise ja hooldamise oskus; töökoha organiseerimine, töö korraldamine oskus) ja töösse suhtumine;
- materjalide tundmine ja valikuoskus;
- töövahendite ja -seadmete tundmine ja kasutamisoskus;
- tööde tehnoloogilise järjekorra tundmine ja järgimine;
- õigete töövõtete valdamine;
- tööjooniste lugemise oskus;
- tööohutusnõuete järgimine;
- teostatud tööde kvaliteet;
- tervishoiu ja -ohutusnõuete järgimine viimistlustöödel;
- õpilase isikuomadused: vastutustunnet, algatusvõimet ja distsipliini; valmisolekut meeskonnatöök, initsiatiivi erialaste probleemide lahendamisel.

Hinnatavad tööülesanded (hindamise objektid) võivad olla: kirjalik või praktiline töö, suuline esitus, audio-, video- või graafiline esitus, õpimapi koostamine, projektitöö või muu alternatiivse tõenduse esitamine.

Hindamine on kvalitatiivne. Kokkuvõttev hindamine toetub protsessi hinnetele, kuid ei ole nende aritmeetiline keskmine. Kokkuvõtval hindamisel hinnatakse õppeprotsessi ja õppija teadmisi, oskusi ning hoiakuid õppeprotsessi lõppedes. Protsessihindamist kasutab õpetaja vastavalt vajadusele õpilaste motiveerimiseks ja tagasisideme saamiseks. Protsessihindamisel kasutatakse 5- astmelist skaalat:

hinne 5 (väga hea)	90-100%	punktide arvust	(õigesti sooritatud)
hinne 4 (hea)	70-89%	punktide arvust	(õigesti sooritatud)
hinne 3 (rahuldav)	50-69%	punktide arvust	(õigesti sooritatud)
hinne 2 (kasin)	0-49%	punktide arvust	(õigesti sooritatud)

Esitatud skaalast 5% üles- või allapoole moodustab piiritsooni, mille puhul õpetaja võib panna kas kõrgema või madalama hinde, arvestades.

- töö mahtu;
- ülesande keerukust;
- vigade arvu ja liiki.

Õpilane on sooritanud õppetöö edukalt, kui tema teadmisi ja oskusi on hinnatud vähemalt rahuldavalt (hinne 3).

Õpetaja antud hinnangute kõrval võib kasutada rühmas täidetavate õppeülesannete puhul rühmakaaslaste hinnanguid, samuti teiste rühmade või nende liikmete hinnanguid. Individuaalselt täidetavate õppeülesannete puhul on kaasatud hindamisprotsessi teised rühma liikmeid.

Enesehinnangu ja väljastpoolt antava hinnangu kriteeriumid on ühtlustatud, mis aitab kaasa õppija refleksiooniprotsessile.

3.4. Üldainete ja eriala ainete omavaheline koostöö

Üldharidusained kutseõppeasutuses

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava (VV määrus nr 56 25. jaanuar 2002) sätestab, et riikliku õppekava alusel määratletakse kutseõppeasutuste õppekavade kohustuslik üldhariduslik sisu (§1 lõige 3).

Kohustuslikud üldharidusained ja nende õppemaht õppenädalates

Üldharidusõppeainete maht õppenädalates

Ainerühm	Õppeaine	Eesti õppekeel	Vene õppekeel
I	Eesti keel/vene keel	3	1
	Kirjandus	2	3
	Eesti keel (vene vm õppekeelega koolis)	-	4
	Võõrkeel	6	4
II	Matematika	4	4
	Füüsika	3	3
	Keemia	2	2
III	Geograafia	1	1
	Biooloogia	2	2
IV	Ajalugu	3	3
	Inimeseõpetus	1	1
	Ühiskonnaõpetus	1	1
V	Muusika	1	1
	Kunst	1	1
	Kehaline kasvatus	2	2
KOKKU		32	33

Eelnimetatud õigusaktist tulenevalt on Riikliku Eksami-ja Kvalifikatsioonikeskuse õppekavade osakond koostöös üleriigiliste ainenõukogude ja kutseõppeasutuste üldharidusainete õpetajatega koostanud üldharidusainete ainekavad põhihariduse baasil kutsekeskharidust andvatele kutseõppeasutustele.

Üldharidusainete ainekavade ülesehitus

Kõigis ainekavades esitatakse aineõpetuse üldalused, õppe-eesmärgid, õppetegevused, õppesisu ja nõutavad õpitulemused. Üldharidusainete ainekavad on aluseks kutsekeskhariduse õppekavade väljatöötamisele.

Üldharidusainete õppemaht on vähemalt 50 õppenädalat, mis sisaldab 32 (33) õppenädalat kohustuslikke üldharidusaineid ja 8(7) õppenädalat kutse- või eriala toetavaid üldharidusaineid ning vähemalt 10 õppenädalat üldharidusaineid lõimituna kutseõppe üld- ja põhiõpingute moodulitesse.

Üldharidusainete vajalikus mehhatroonika eriala koolituses.

Üldained on väga vajalikud üldiseks arenguks, suurem osa tänapäeva töid nõuab juba keskharidust, nõrk tase üldhariduses tähendab sageli ka nõrku kutseoskusi. Siiski tuleks kutsehariduse kvaliteedile kasuks, kui senised õppimisvõimalused mitmekesisustsidsid.

Viletsad õpitulemused panevad raskesse seisu nii kooli kui ka õpilase. Kool ei taha omandada halba mainet ettevõtjate silmis ja soovib nn heade lõpetajate nimel edasijõudmatu pigem välja heita.

Mehhatroonika eriala on oma olemuselt väga keeruline tehniline eriala ja ilma keskhariduse omandamata ei ole võimalik seda õppida.

Mehhatroonikute uues õppekavas on üldõpingute osas lisatud eriala toetavaid õppeaineid: erialane võõrkeel ja erialane arvutiõpetus

Erialane võõrkeel:

Õpetusega taotletakse, et õppija omandab mehhatroonika erialaga seotud võõrkeelse sõnavara, mõisted ja terminid ning erialaste tekstide mõistmiseks vajalike teabeallikate kasutamise oskuse

Õppesisu: Suhete loomine. Oma kooli ja koduvabariigi tutvustamine väliskülalistele. Enesetutvustus. Telefonivestlus. Ametikirjad (avaldus, CV, seletuskiri, kinnituskiri) ja nende vormistamise nõuded. Elektrotehnikaga seotud mõisted ja terminid; töövahendite nimetused; enamkasutatavad konstruktsioonilised ja elektrotehnilised materjalid; tööde tehnoloogiline järjekord elektripaigaldus-ja elektrikilbi koostetöödel. Majandusterminid. Esmaabi andmisel kasutatavad väljendid ja sõnavara.

Erialane arvutiõpetus

Õpetusega taotletakse, et õppija omandab algteadmised arvuti kasutamise eelistest jooniste väljatöötamisel, vormistamisel, joonistesse muudatuste tegemisel ja arhiveerimisel (jooniste säilitamisel failidena);õpib tundma algtasemel arvutiprogramme VISIO 2002 Professional või AutoCad.

Õppesisu: Masinjoonestusprogrammi võimalused mitmesuguste jooniste väljatöötamisel. Programmi käivitamine. Joonise klassi ning tüübi valik. Joonise koostamine ja säilitamine. Kujundi valimine. Kujundi modifitseerimine. Kujundite sidumine. Teksti kujundus. Muudatuste sisseviimine. Elektriliste, elektroonsete, tehnoloogiliste, automaatika skeemide, ruumide plaanide jm koostamine. Elektri-, telefoni-, arvuti-, soojusvõrkude, signalisatsiooni kihitine kujutamine. Korruselised plaanid. Joonise väljastamine paberile.

Liitumine elektrivõrguga; elektripaigaldiste kavandamise alused; korterite ja pereelamute elektrisisustus, eluhoonete paigaldus- ja tarbimisvõimsuste määramine, juhustike paigalduspiirkonnad Elektri-, pneumo- , hüdrojoonised ja skeemid

3.5. Õppekava erinevate moodulite jaotus kursuste lõikes.

Mehhatroonika õppekava		140 nädalat				KKPB
Moodul	Õppeained	Tunde kursuste kaupa				Tunde kokku
		I	II	III	IV	
	A. Üldõpingud					
1	Materjaliõpetus	80				80
2	Tehniline dokumentatsioon	80	80			160
3	Mehaanika (masinaelemendid)			120		120
4	Erialane võõrkeel				40	
5	Arvutikasutus ja asjaajamise alused	40				40
6	Elektrotehnika	80	80			160
7	Erialane arvutiõpetus		80			80
8	Valmistamisõpetus	80				80
9	Majanduse ja ettevõtluse alused				40	40
10	Tööseadusandluse alused				40	40
	Teooria/Praktika/Iseseisev töö kokku:	400	240	120	120	800
	B. Põhiõpingud					
11	Lukkseptatööd	120				120
12	Masinlöiketööd	120				120
13	Koostetööd			120		120
14	Pneumaatika	80	80			160
15	Hüdraulika		120			120
16	Elektritööd ja mõõtmised		120	120		240
17	Elektriohutus ja elektrialane seadusandlus			120		120
18	Elektriaparaadid ja paigaldised				160	160
19	Elektronika		40	80		120
20	Loogika ja programmeerimine		80	80		160
21	Programmeeritavad kontrollid		40	80		120
22	Mehhatroonika		120			120
23	Automatiseerimise praktikum			80	120	200
24	Mehhatroonikaseadmed			40	80	120
	Teooria/Praktika/Iseseisev töö kokku:	320	600	720	360	2000
	C. Valikmoodulid					
25	Kinnisvara automaatika moodul				360	360
26	Arvuhtimisega pinkide				360	360

	programmeerimine					
27	Raalprojekteerimises (CAE - Computer Aided Engineering) moodul				360	360
	Teooria/Praktika/Iseseisev töö kokku:				360	360
	D. Ettevõttepraktika					
29	Kutsealane töö ettevõttes			200	200	400
	Teooria/Praktika/Iseseisev töö kokku:			200	200	400
	E. Lõputöö					
30	Riiklik kutseksam /Lõputöö kaitsmine				40	40
	F. Üldharidus ained	880	760	460		2000
	Kõik kokku:	1600	1600	1600	800	5600

3.6. Õppekava moodulid vastavalt spetsialiseerumisele

3.6.1. Mehhaanika moodul

Arvjuhtimisega pinkide (APJ) programmeerimine

360 tundi 9 ainepunkti

- **Eesmärk:**

Kujundada õppijas valmisolek töötamiseks masinatööstuse valdkonnas. Anda ülevaade APJ pinkidest, töötaja vajalikkudest oskustest ja teadmistest, arvprogrammjuhtimisega seadmele juhtprogrammi koostamisest, sisestamisest ja vajaduse korral ka muutmisest ning kutseoskusuuetest.

- **Nõuded mooduli alustamiseks**

Läbitud: „Lukkseptööd”, „Masinlõiketööd”, „Mehaanika” ja „Valmistamisõpetus”.

- **Õppesisu**

ARVJUHTIMISPROGRAMMID: nende tüübid; sümbolid; käsustik; ettevalmistavad funktsioonid ja abifunktsioonid.

LÕIKETÖÖDE PROGRAMMEERIMINE: treimistöode ja freesimistöode programmeerimine; koordinaadistik, tehnoloogiate määramine, kontuur ja tugipunktide kirjeldamine.

ARVJUHTIMISPROGRAMMIDE KOOSTÖÖ TEISTE PROGRAMMIDEGA:

geomeetriainfo ettevalmistus CAD-keskkonnas; geomeetriainfo teisendamise, eksport/import ja ettevalmistamine CAM-keskkonnas

Ainekava

Võtmesõnad	Õppetöö sisu
Sissejuhatus	Arvjuhtimise olemus. Arvjuhtimisega seadme tehnoloogilised võimalused. Juhtsüsteemid ja nende liigitus.
Arvjuhtimisprogramm	Programmi lause. Aadressi sümbolid. Juhtsümbolid ja märgid. Ettevalmistavad funktsioonid. Abifunktsioonid.
Treimistöötlamise programmeerimine	Pingi koordinaadistik. Töötlemistehnoloogia määramine. Kontuuri kirjeldamine ja tugipunktide määramine. Töötlemise programmeerimine. Otspinna töötlemine. Faasitöötlemine. Pikitreimine. Soone töötlemine.
Freesimistöötlamise programmeerimine	Pingi koordinaadistik. Töötlemistehnoloogia määramine. Kontuuri kirjeldamine ja tugipunktide määramine. Töötlemise programmeerimine. Kontuuri, tasku ja avadetöötlemine.
Geomeetriainfo vahendamine	Geomeetriainfo ettevalmistus CAD-keskkonnas Geomeetriainfo teisendamise standardid Geomeetriainfo eksport/import Geomeetriainfo ettevalmistamine CAM-keskkonnas Tehnoloogiainfo ettevalmistamine NC-programmi genereerimine
Graafiline interaktiivne programmeerimine	Pingi operaatoripult Operaatoripultidel kasutatavad graafilised sümbolid Töötlemise simuleerimine
DNC-süsteemid	DNC-süsteemide klassid DNC-süsteemi funktsioonid Andmeside DNC-süsteemides

Õpitulemused:

Teadmised APJ pinkide tehnoloogilistest võimalustest, juhtprogrammide koostamisest, sisestamisest ja muutmisest. APJ pinkidel töötamise oskused.

Hindamine:

- Arvestus ja praktiliste tööde avalik hindamine õpetaja ja kaasõpilaste juuresolekul
- Treimistöötlemise programmi koostamise oskus
- Freesimistöötlemise programmi koostamise oskus
- Graafilise programmeerimise oskus.

3.6.2. Kinnisvara automaatika moodul

Elektrivarustus ja hooneautomaatika

360 tundi 9 ainepunkti

• Eesmärk

Eesmärk: Õppemoodul on ette nähtud teadmiste andmiseks elektrivarustusest automaatikast kuni 1000 V, elektripaigaldiste kavandamisalustest, juhistiku komponentidest ja paigaldamisest, ehituspaikade elektripaigaldistest, elektrienergia arvestusest ning oskuste andmiseks elektriseadmete kasutamiseks automaatika-süsteemides

• Nõuded õpingute alustamiseks

Läbitud on moodulid. „Elektrotehnika“, „”Elektroonika“, „Elektriseadmed ja elektripaigaldised”, ”Automaatika” ja „Elektritööd ja mõõtmised”

• Õppesisu

Elektripaigaldiste kavandamisealused Paigaldatud ja tarbitav võimsus. Koduseadmete elektriline võimsus. Tarbitav võimsus.

Põhimõisted. Tingmärgid Juhistik (selle komponendid ja paigaldamine). Paigalduskomponendid (paigalduskomponentide kaitseastmed, levinuimad juhtmed ja kaablid, juhtmete ja kaablite paigaldusviisid). Juhistike kaitse (liigkoormuskaitse seadmed). Sidejuhtmed ja –kaablid.

Ehituspaikade elektripaigaldised: Maandamine (Vundamendimaanduri ehitus); Potentsiaaliühtlustus (peapotentsiaaliühtlustus, kohalik lisapotentsiaaliühtlustus); Majasisestus ja majasisestusruum (majasisestus, ajasisestusruum, majasisestus juhistik); Juhtistik (peajuhistiku ehitus, peajuhistike valik) Elektrienergia arvestus

(arvestite tsentraalpaigutus, arvestite hajutatud paigutus, rvestikilbi ja jaotuskeskuse vaheline juhistik) Ühendusliin. Juhtimisliinid.

Jaotuskeskused: Elektrilöögikaitse (elektrilöögi toime inimesele, elektrilöögikaitse põhialused, elektriseadmete kaitseklassid, elektriseadme kesta kaitseaste, madalpingeliste vahelduvvooluvõrkude, juhistikusüsteemid, kaugpuutekaitse eri juhistikusüsteemides); paigaldustööde üldmahu määramine (paigaldusmaht HEADE nõuete järgi); valgustus (hõõglambid, luminofoorlambid, valgustid); üksikruumide paigaldusnäiteid (köök, majapidamisruum, vannituba ja tualettruum, saun, elutuba, söögituba ja vahekäik, sissekäik, esik, vahekäik, hoiuruum, harrastusruum, vanemate magamistuba, poeplapse tuba ja kokkuvõte)

Joonised: projekti tellimine ja projekteerimiskäik; elektripaigaldused muudetava põhiplaaniga korterites; korterivälised elektripaigaldised; (trepikoda, trepikoda, kelder, pööning, muud üldkasutusruumid, lift, autokuur, muud ruumid, välispaigaldised); elekterküte ja soojuspumbad (üksiksalvestitega elekterküte, poolsalvestuslik elektriline põrandaküte, kesksalvestisüsteemid, salvestuseta elekterküte, soojuspumpküte, korterite ventileerimine soojuse tagastamisega.); elektrilised veesoojendusseadmed (soojaveesalvestid, läbivoolukuumutid, läbivoolusalvestid, elektrilised soojavee-soojuspumbad, elektriliste veesoojendusseadmete paigaldamine); pikse- ja liigpingekaitse (piksekaitse, liigpingekaitse); raadio- ja televisiooni vastuvõtuseadmed (antenniseadmete paigaldamine); sidesüsteemid (üldtelefoni võrguga ühendatavad kaugsidevahendid, hoonesisene side, eriliinideta sidesüsteemid, euroopa sidejuhtimissüsteem (EIB-süsteem)); murdvargusvastased alarmseadmed; tule-, suitsu, gaasi- ja vee-signalisatsiooni süsteem)

Eluruumide uuendamine: elektripaigaldised betoon- ja õõnesseintes (elektripaigaldised õõnesseintes ja põlevmaterjalidest ehitistes); elektripaigaldiste kontroll (Kuni 1000 V)

Ainekava

Võtmesõnad	Õppetöö sisu
Liitmine elektrivõrguga	
Elektripaigaldiste kavandamisealused	
Paigaldatud ja tarbitav võimsus	Koduseadmete elektriline võimsus Tarbitav võimsus

Põhimõisted. Tingmärgid	
Juhistik, sellekomponendid ja paigaldamine	Paigalduskomponendid Paigalduskomponentide kaitseastmed Levinuimad juhtmed ja kaablid Juhtmete ja kaablite paigaldusviisid Juhistike kaitse Liigkoormuskaitse seadmed Sidejuhtmed ja –kaablid
Ehituspaikade elektripaigaldised	
Maandamine	Üldist Vundamendimaanduri ehitus
Potentsiaaliühtlustus	Peapotentsiaaliühtlustus Kohalik lisapotentsiaaliühtlustus
Majasisestus ja majasisestusruum	Majasisestus. Majasisestusruum. Majasisestusjuhistik
Juhtistik	Peajuhistiku ehitus. Peajuhistike valik
Elektrienergia arvestus	Arvestite tsentraalpaigutus. Arvestite hajutatud paigutus
Arvestikilbi ja jaotuskeskuse vaheline juhistik	Ühendusliin. Juhtimisliinid
Jaotuskeskused	
Elektrilöögikaitse	Elektrilöögi toime inimesele. Elektrilöögikaitse põhialused. Elektriseadmete kaitseklassid. Elektriseadme kesta kaitseaste. Madalpingeliste vahelduvvooluvõrkude. Juhistikusüsteemid. Kaugpuutekaitse eri juhistikusüsteemides.
Paigaldustööde üldmahu määramine	Paigaldusmaht HEA nõuete järgi
Valgustus	Hõõglambid. Luminofoorlambid. Valgustid
Üksikruumide paigaldusnäiteid	Köök Majapidamisruum. Vannituba ja tualettruum. Saun.. Elutuba. Söögituba ja vahekäik. Sissekäik, esik, vahekäik, hoiuruum. Harrastusruum. Vanemate magamistuba. Poeglapse tuba. Kokkuvõte
Joonised	
Projekti tellimine ja projekteerimiskäik	
Elektripaigaldused muudetava	

põhiplaaniga korterites	
Korterivälised elektripaigaldised	Trepikoda. Trepikoda. Kelder. Pööning. Muud üldkasutusruumid. Lift. Autokuur. Muud ruumid. Välispaigaldised.
Elekterküte ja soojuspumbad	Üksiksalvestitega elekterküte. Poolsalvestuslik elektriline põrandaküte. Kesksalvestisüsteemid. Salvestuseta elekterküte. Soojuspumpküte. Korterite ventileerimine soojuse tagastamisega.
Elektrilised veesoojenduseseadmed	Soojaveesalvestid. Läbivoolukuumutid. Läbivoolusalvestid. Elektrilised soojaveesoojuspumbad. Elektriliste veesoojenduseseadmete paigaldamine
Pikse- ja liigpingekaitse	Piksekaitse. Liigpingekaitse.
Raadio- ja televisiooni vastuvõtuseadmed	Antenniseadmete paigaldamine
Sidesüsteemid	Üldtelefoni võrguga ühendatavad kaugsidevahendid. Hoonesisene side. Eriliinideta sidesüsteemid. Euroopa sidejuhtimissüsteem (EIB-süsteem). Murdvargusvastased alarmseadmed. Tule-, suitsu, gaasi- ja veesignalisatsiooni süsteem
Eluruumide uuendamine	
Elektripaigaldised betoon- ja õõnesseintes	Elektripaigaldised õõnesseintes ja põlevmaterjalidest ehitistes
Elektripaigaldiste kontroll	

• Õpitulemused

Õppija teab ja tunneb:

- elektripaigaldiste kavandamise aluseid, põhimõisteid ning tingimärke;
- ehituspaikade elektripaigaldisi: maandamist, potentsiaaliühtlustust ja majasisestust;
- elektriseadmete kaitseklasse, madalpingeliste vahelduvvooluvõrke. Ja juhistikusüsteeme;

- elektripaigaldiste projekteerimise aluseid;
- elektriseadmete kaitsesüsteeme üle 1000 V.

oskab:

- valida ja komplekteerida paigalduskomponente, kaitseseadmeid, juhtmeid ja kaableid;
- lugeda ja projekteerida elektri ja automaatika jooniseid;
- paigaldada elektripaigaldisi betoon-ja õõnesseintesse;
- hooldada ja kontrollida releekaitse automaatikat üle 1000 V;
- hooldada ja kontrollida telemehhaanika seadmeid.
- **Hinnatakse:**
 - elektripaigaldiste kavandamisealuste tundmist;
 - põhimõistete ja tingmärkide tundmist;
 - ehituspaikade elektripaigaldiste tundmist ja nende valiku tingimusi Elektriseadmete kaitseklassid tundmist;
 - madalpingeliste vahelduvvooluvõrkude komplekteerimise ja projekteerimise oskust;
 - jooniste lugemise ja projekteerimise oskust;
 - elektripaigaldiste kontroll (kuni 1000 V);

3.6.3. Raalprojekteerimises (CAE - Computer Aided Engineering) moodul

360 tundi 9 ainepunkti

- **Eesmärk:**

Raalprojekteerimises (CAE - Computer Aided Engineering) peaks omandama süvenenud teadmisi järgmistes valdkondades, nagu arvutite komponendid ja arhitektuur, protsessortehnika põhimõisted, raalprojekteerimispaketid, loogikakontrollerid ja nende programmeerimise alused andmeside, visualiseerimine, liidesed, protokollid, võrgud, tehnilise dokumentatsiooni lugemine tõlgendamine ja koostamine, mis võimaldavad lahendada mehhatrooniku informaatika alaseid igapäevaprobleeme.

- **Nõuded mooduli alustamiseks**

Puuduvad.

- **Õppesisu**

- 1.1. SÜSTEEMIARENDEUSE PROTSESS JA MEETODID (rakendustarkvara ja süsteemitarckvara, süsteemiarenduse, põhimõtted ja meetodid, süsteemiarenduse vahendid, tarkvara ja süsteemi testimine, süsteemi teostus, kontroll ja ohutus süsteemis, süsteemiarenduse ja levituse arengujooned).
- 1.2. ANDMEHALDUS JA ANDMEBAASID (andmed ja informatsioon, andmed ja modelleerimine, failid ja andmebaasid, andmebaasihaldussüsteemid, andmeid ja andmekaevandamine, relatsioonimudel, päringud ja aruanded, andmebaasi haldus, andmete turvalisus ja terviklus).
- 1.3. PROGRAMMEERIMINE (tarkvara arendusmeetodid ja tehnikad, andmestruktuurid ja algoritmid, programmeerimiskeelte tüübid, sissejuhatus programmeerimismõistetes, testimine, dokumenteerimine, hooldus, programmeerimisnäited, raalprojekteerimine erinevad keeled ja näited.).
- 1.4. OPERATSIOONISÜSTEEMID (põhimõtted, konkurentsed ja paralleelprotsessid, mäluhaldus, turvalisus ja kaitse, operatsioonisüsteemide näited).

1.5. VÕRGUD; side ja võrgud (side põhimõtted, võrgu komponendid ja arhitektuurid, sideprotokollid); võrguteenused (võrgu turvalisus, domeeninimede süsteem (DNS), ülemaailmsed võrgustikud, tööstuslikud LAN võrgud, häirete vähendamine tööstusvõrkudes.); raadio- ja mobiilside - põhised arvutisüsteemid (raadioside põhimõtted, raadiovõrgud, mobiilaparaatide protokollid); võrguhaldus(võrguhalduse põhimõtted, lihtne võrguhaldusprotokoll SNMP, võrguhalduse vahendid, erinevad võrgu protokollid ja tööstusvõrgud).

1.6. VISUALISEERIMINE (keskkond, muutujad, programmid, animatsioon, alarmid ja sündmused, trendid (reaalaja trendid ja ajalugu, välised andmed ja sidumine teiste programmidega)

Ainekava

Võtmesõnad	Õppetöö sisu
süsteemiarenduse protsess ja meetodid	rakendustarkvara ja süsteemitarkvara süsteemiarenduse põhimõtted ja meetodikad süsteemiarenduse vahendid tarkvara ja süsteemi testimine süsteemi teostus kontroll ja ohutus süsteemis süsteemiarenduse ja levituse arengujooned
andmehaldus ja andmebaasid	andmed ja informatsioon andmed ja modelleerimine failid ja andmebaasid andmebaasihaldussüsteemid andmeaidad ja andmekaevandamine relatsioonmudel päringud ja aruanded andmebaasi haldus andmete turvalisus ja terviklus
programmeerimine	tarkvara arendusmeetodid ja tehnikad andmestruktuurid ja algoritmid programmeerimiskeelte tüübid

	sissejuhatatus programmeerimismõistetes testimine dokumenteerimine hooldus programmeerimisnäited
kasutajaliides ja veebiarendus	inimese ja arvuti suhtlus ajakohased meetodid ja tehnikad kasutajaliideste juhised ja standardid veebikarakteristikud, võimalused ja piirangud hüpertekst ja hüpermeedium veebiprojekteerimise kesksed probleemid veebilehtede projekteerimine
Infosüsteemide haldus ja tugi	arvuti riistvarakomponendid arvuti arhitektuur arvuti multimeediumkomponendid
operatsioonisüsteemid	põhimõtted konkurentsed ja paralleelprotsessid mäluhaldus turvalisus ja kaitse operatsioonisüsteemide näited
side ja võrgud	side põhimõtted võrgu komponendid ja arhitektuurid sideprotokollid
võrguteenused	võrgu turvalisus domeeninimede süsteem (DNS) ülemaailmne võrgustik WWW elektronpost multimeediumi mõju
raadio- ja mobiilside -põhised arvutisüsteemid	raadioside põhimõtted raadiovõrgud mobiilaparaatide protokollid
võrguhaldus	võrguhalduse põhimõtted lihtne võrguhaldusprotokoll SNMP

- **Õpitulemused**

Õppija teab ja tunneb:

- rakendustarkvara ja süsteemitarkvara, süsteemiarenduse, põhimõtted ja meetodikad;
- andmehaldust ja andmebaase;
- programmeerimise aluseid;
- erinevaid operatsioonisüsteeme ja nende tööpõhimõtteid;
- võrguhaldust ja ülesehitust;
- tootmisprotsesside visualiseerimist;

oskab:

- koostada erinevaid programme IT lahendusi kasutades raalprojekteerimis programme;
- visualiseerida lihtsamaid tootmisprotsesse;
- programmeerida kontrollereid erinevates keeltes (FBD, LAD, STL jne).

- **Hindamine**

Hinnatakse:

- rakendustarkvara ja süsteemitarkvara kasutusoskust;
- andmebaaside haldamise oskus;
- programmeerimis ülesannete lahendus oskus kasutades erinevaid keeli;
- võrguühenduste loomine kasutades erinevaid võrguprotokolle;
- tootmisprotsessi visualiseerimise oskus.

4. Õppekava otstarbekus hindamine

4.2. Hinnangute eesmärk ja läbiviimine

Eksperte oli 10. Nendest 5 oli Tallinna Tööstushariduskeskuse õppejõud. Kõigil õppejõududel on erialane kõrgharidus ja erialal töötamise staaž vahemikus 5 kuni 25 aastat. 5 eksperti on erinevatest ettevõtetest Siemens Eesti AS, JOT Eesti AS, Klinkmann Eesti AS, Eesti Energia ja AS Elcotec. Nendel on kõigil erialane kõrgharidus ja ettevõttes töötamise staaž on 5 kuni 15 aastat.

Pöördume ekspertide poole kui oma ala asjatundja poole, hinnangute saamiseks, väljatöötatud mehhatroonika eriala õppekava kohta.

Õppekavaga sai tutvuda aadressil:

http://www.tthk.ee/sise_opet/oppekavad/Mehhatroonika.pdf

Küsimustele said nad vastata järgmisel aadressil:

<http://www.eformular.com/eduard/mehhatroonika01.html>

Ekspert hinnangute eesmärgiks on:

- hinnata õppekava efektiivsust ja vastavust kutsestandardile;
- hinnata õppekava vastavust Euroopa Liidu standarditele;
- hinnata õppekava vastavust tööandjate vajadustele;
- hinnata õppekava vastavust õpetajate vajadustele;
- hinnata õppekava vastavust õpilaste võimetele;
- hinnata õppekava spetsialiseerumise vajalikust

Tulemuseks on saada tagasisidet valmistatud õppekava sobivusest ja vastavusest kutsestandardile, Euroopa Liidu standarditele ja tööandjatele. Leida puudujäägid ning parandada need.

Hinnangud hangiti ettevalmistatud küsitluslehtede põhjal, kus küsiti hinnangut koostatud õppekava erinevate külgede kohta. Küsitlus on lisan 2.[20]

Hinnati laiendatud skaala alusel:

vastab 100%	- „+2“
vastav	- „+1“
ei oska öelda	- „0“
vajab täiendamist	- „-1“
ei vasta üldse	- „-2“

Tulemused on toodud tabelis 3

4.3. Hinnangute analüüs

Tabel 3: Ekspertide hinnangud õpiprogrammi kasutatavuse ja otstarbekuse kohta

Nr	Hinnatav näitaja	Hinnangud				
		+2	+1	0	-1	-2
1	<i>Õppekava vastab kutsestandardile</i>	5	5	0	0	0
2	<i>Õppekava vastab rahvusvahelistele nõuetele</i>	4	4	2	0	0
3	<i>Õppekava vastab tööandjate vajadustele</i>	6	4	0	0	0
4	<i>Õppekava vastab riiklikele normdokumentidele</i>	5	4	1	0	0
5	<i>Õppekava vastab õpilaste teadmistele</i>	6	4	0	0	0
6	<i>Õppekava vastab õpetajate teadmistele ja oskustele</i>	6	4	0	0	0
7	<i>Spetsialiseerumissuund Mehaanika-vastab eriala vajadustele</i>	4	4	2	0	0
8	<i>Spetsialiseerumissuund Automaatika-vastab eriala vajadustele</i>	5	4	1	0	0
9	<i>Spetsialiseerumissuund Raalprojekteerimises (CAE - Computer Aided Engineering)-vastab eriala vajadustele</i>	5	4	1	0	0
10	<i>Õppekava on vormistatud korrektselt</i>	8	2	0	0	0
11	<i>Õppekava on hästi arusaadav</i>	9	1	0	0	0

Tabel 4: Ekspertide redutseeritud hinnangud ja usaldusväarsus

Nr	Redutseeritud hinnangud			Z-kriteerium	Usaldusväarsus
	+	0	-		
1	10	0	0	2,85	>99%
2	9	1	0	2,22	>95%
3	10	0	0	2,85	>99%
4	9	1	0	2,22	>95%
5	10	0	0	2,85	>99%
6	10	0	0	2,85	>99%
7	9	0	1	2,22	>95%
8	9	1	0	2,22	>95%
9	9	1	0	2,22	>95%
10	10	0	0	2,85	>99%
11	10	0	0	2,85	>99%

Uurimustulemuste usaldusväarsust kontrollitakse Z-testi abil [20;283]

$$Z = \frac{|f_{„+“} - n \cdot P\{+\}| - 0,5}{\sqrt{n \cdot P\{+\} \cdot P\{-}}}$$

$f_{„+“}$ - kõige enam esinevate märkide („+“) arv

n - arvamust väljendanud ekspertide arv

$P\{+\}$ - märgi „+“ oletatav esinemissagedus – 0,5

$P\{-}$ - märgi „-“ oletatav esinemissagedus – 0,5

Ekspertihinnangute põhjal võib öelda, et õppekava vastab rahvuselistele nõudmistele, mehhatroonika eriala kutsestandardile ja tööandjate ootustele.

4.4. Hindamistulemuste analüüs

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli uue Mehhatroonika eriala õppekava välja töötamine arvestades rahvusvahelisi normatiive ja eriala kutsestandardit..

Mehhatrooniku koolituse ülesandeks on anda laiapõhjalaline kutseharidus, milles on ühendatud tööturul nõutav tugev, tööelu arenemisvajadusi arvestav kutseoskus ning mitmetahulises ja multikultuurses ühiskonnas vajalik üldharidus.

Koolituse eesmärk on välja õpetada professionaalne töötaja, ühistöövõimeline ja aktiivne kodanik, tasakaalukas ja kriitiliselt mõtlev inimene, kellest kasvab oma töö ning elu eest vastutav ühiskonna liige.

Kogu maailma kiire muutumine on vaieldamatu tõsiasi. Muutub ka töö iseloom. Infotehnoloogia areng toob kaasa suhtlemise, sealhulgas rahvusvaheliste suhtlemisvõrkude enneolematu tiheduse. Selle tulemusel kasvab tohutult ühiskonna käsutuses olev infohulk. Inimene ei valda enam põhjalikult oma erialalistki informatsiooni. Sünnivad uued elukutsed ja hääbuvad või teisenevad paljud traditsioonilised tegevusalad.

Dünaamiline tööühiskond tingib, et kooli õppekava üks ülesannetest on uute käitumisviiside väljatöötamine toetudes eelnevatele kogemustele ning tingimuste loomisele nende õppimiseks ja õpetamiseks.

Õppimine selle sõna kaasaegse mõttes leiab aset siis, kui õpitaval on tähendus õppija ees seisvate probleemide märkamiseks ja lahendamiseks.

Eksperthinnangute põhjal võib öelda, et õppekava spetsialiseerumine sobib tänapäevases muutuvmas maailmas mehhatrooniku koolituseks.

Õppija seisukohalt võimaldab õppekava tänapäevaste õppetingimuste loomist isiksuse valmiduse kujunemiseks toime tulla tööelus; loovuse, arengupüüde ja -võimelisuse arenemiseks ning aktiivseks osalemiseks ühiskonna elus.

Järeldused ja ettepanekud

Millist sisseadet vajab õppeprotsess?

- Programmeeritavaid kontrollereid ja tööstuslikke Pcsid
- Tööstus- ja ehitusvõrgustikke (Industrial Ethernet, Interbus, Profibus Modbus, CAN, ASI, LON, Instabus (EIB) jne)
- Erinevaid sensoreid, käiviteid ja mitmekülgset varustust ehitusinstallatsioonide jaoks
- CNC metallilõikepinke ja /või kontrollstende koos simulaatoritega (tarkvara), tööpinkide võrguseadmeid
- Tööstusroboteid ja/või nende simulaatoreid (tarkvara), robotite võrguseadmeid
- Kaasaegse tööstuse logistika- ja transpordisüsteeme, nt transportrobotid, konveierid ja muud transpordisüsteemid
- Visualiseerimise, operatsiooni- ja kontrolltrakvara (InTouch jt)
- Paindlikku tootmissüsteemi (PTS) pneumaatika ja elektropneumaatika modulaar roboteid ja robotsüsteeme (nt firmade Festo, Bosch jt süsteemid)
- Kunstlikke intelligente (KI) ja kujundite äratundmist
- Tööstusjuhtimise tarkvara (täielikult integreeritud automaatika), nt sobib Wonderware Factory

Järeldus

Mehhatroonika ühendab endas klassikalisi mehaanika-, elektri- ja süsteemitööstuse valdkondi. Mehhatroonika on kaasaegse tehnoloogia uus paradigma. Ometi, mehhatroonika ei ole uus teadusharu, seetõttu jätkatakse põhjalikke uurimusi mehhatroonika põhiharudes: mehaanika-, elektri- ja süsteemitööstuses. Erinevate tehnoloogiate integreerimine määrab kindlaks tehnoloogilise hariduse tuleviku suures mehhatroonika valdkonnas.

Kirjandus

1. Elpers., H. Meyer, N., Mayer, Marquart, Nabbefeld, Skornitzke, Willner, Ruwe.: *Mechatronics, Grundstufe*, Kieser Verlag, 2000
2. Elpers., H. Meyer, N., Mayer, Marquart, Nabbefeld, Skornitzke, Willner, Ruwe.: *Mechatronics, Grundstufe*, Kieser Verlag, 2000
3. Steinbrunn, J *Mechatrical Systems, Manual for practical works*, Kempten, 2001
4. Institute of Robotics and Mechatronics <http://www.robotic.dlr.de>
5. VirginiaTech Mechatronics: <http://www.eng.vt.edu/main/index.php>
6. Clemson University: <http://www.ces.clemson.edu/me/>
7. Vanderbilt University: <http://fourier.vuse.vanderbilt.edu/cim/>
8. Chalmers University: www.me.chalmers.se/mechatronics/
9. Kutseõppeasutuse seaduse (RT I 1998 64/65 1007).
10. Festo (*Festo kontserni kodulehekül*) www.festo.com
11. BOSCH (*BOSCH Rexroth kontserni kodulehekül*)
http://www.boschrexroth.com/country_units/europe/united_kingdom/en/index.jsp;jsessionid=ccdwtCzgAz3cUQF0qE
12. Siemens (*Siemens kontserni kodulehekül*) www.siemens.com
13. Mehhatrooniku kutsestandard II, III
<http://www.kutsekoda.ee/default.aspx/1/menu/181/content/67>
14. Automaatiku kutsestandard I, II, III
<http://www.kutsekoda.ee/default.aspx/1/content/59>

15. Mehhatroonika eriala kutseksam kord ja testid
<http://www.kutsekoda.ee/default.aspx/1/menu/186>
16. Leonardo Mehhatroonika kodulehekülg <http://www.ene.ttu.ee/leonardo/>
17. Õpilaste hindamise, järgmise klassi üleviimise ning klassikursust kordama jätmise alused, tingimused ja kord (HM määrus nr.24, 10.08.2005.a., RTL, 18.08.2005, 90, 1337).
18. Haridusministeeriumi määrusest: Kutseõppeasutuse lõpetamise, sealhulgas kutsehariduslike riiklike lõpueksamite ja lõputöö sooritamise korra kinnitamine (HAMm RTL 1998, 335, 1368 haridusministri määrus nr.24, 27.10.1998)
19. Кыверялг А. Методы исследования профессиональной педагогики.
Таллинн Валгус, 1980
20. A. Tarraste Kutseõppe ülddidaktika 2. osa Tallinn 2002

Lisad:

Lisa 1. Küsitlusleht

Lugupeetud ekspert!

Pöördume Teie, kui oma ala asjatundja poole, hinnangute saamiseks mehhatroonika eriala õppekava välja arendamise jaoks.

Palume vastata järgnevalele küsimustele:

1. Milline on sobilik mehhatrooniku teadmiste vahekord mehaanika ja elektri vahel?

- | Mehaanika | Elekter |
|------------------|------------------------------|
| • 25% | 75% <input type="checkbox"/> |
| • 50% | 50% <input type="checkbox"/> |
| • 75% | 25% <input type="checkbox"/> |
| • Märkused:..... | |

2. Millised on traditsioonilised üldhariduskomponendid mehhatrooniku jaoks?

Järgneva tabeli täitmisel anda hinnang mehhatroonika õpetamiseks vajalike

üldharidusainete osatähtsuseks, 10 pallise skaala alusel:

ei ole vajalik - „1“ kuni väga vajalik - „10“

Õppeaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eesti keel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Võõrkeel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matematika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Füüsika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keemia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geograafia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bioloogia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajalugu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inimeseõpetus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ühiskonnaõpetus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muusika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kunst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kehaline kasvatus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Märkused:.....

3. Milline on optimaalne vahekord automaatikas ja kontrollertehnoloogias, tark- ja riistvara vahel ?

- | | |
|-------|------------------------------|
| • 25% | 75% <input type="checkbox"/> |
| • 50% | 50% <input type="checkbox"/> |
| • 75% | 25% <input type="checkbox"/> |

- Märkused:.....

Järgneva tabeli täitmisel anda hinnangud alljärgneva skaala alusel:

väga vajalik - „+2“
 vajalik - „+1“
 ei oska öelda - „0“
 vähe vajalik - „-1“
 ei ole vajalik - „-2“

Nimetus	Hinnangud				
	+2	+1	0	-1	-2
PLC-programmeerimine ja tegevuse visualiseerimine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CNC-programmeerimine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käsitus- ja käsitussüsteemide programmeerimine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehaanikasüsteemide monteerimine ja lahtimonteerimine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Riist- ja tarkvara testimine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehhatroonika- võrgustikus vigade otsimine ja hooldamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mikroprotsessorite programmeerimine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Standardid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Järgneva tabeli täitmisel anda hinnang mehhatroonika õpetamiseks vajalike

õppeainete osatähtsuseks, 10 pallise skaala alusel:

ei ole vajalik - „1“ kuni väga vajalik - „10“

Õppeained	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Materjalide tehnoloogia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehaanika alused	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tehniline konstruktsioon ja kommunikatsioon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrotehnika alused	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arvutiõppe alused	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tootmisprotsess	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automaatika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pneumaatika ja hüdraulika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektroonika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLC programmeerimine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLC süsteemid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Praktiline mehaanika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Praktiline elektrotehnika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Montaaž ja hooldus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenduslik arvutiõpe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehhatroonikasüsteemid I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehhatroonikasüsteemid II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Logistika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektromagnetiline ühilduvus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spetsialiseerumine tööstuses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kvaliteedigarantii	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seadusandlikud ja ohutusregulatsioonid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lõplik meeskonnaprojekt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lõpueksam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Õppetundide kogumaht ja õppeaeg (aastates)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andmed hindaja kohta

Haridus: Kutse-kesk

Erialane või õpetamiselane staaž: 1-5 aastat

Täname!

Lisa 2. Eksperthinnangute küsimustik

Lugupeetud ekspert!

Pöördume Teie, kui oma ala asjatundja poole, hinnangute saamiseks väljatöötatud mehhatroonika eriala õppekava kohta.

Hinnangud palume anda alljärgneva skaala alusel:

vastab 100% - „+2“

vastav - „+1“

ei oska öelda - „0”

vajab täiendamist - „-1“

ei vasta üldse - „-2“

Nr	Hinnatav näitaja	Hinnangud				
		+2	+1	0	-1	-2
1	<i>Õppekava vastab kutsestandardile</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<i>Õppekava vastab rahvusvahelistele nõuetele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<i>Õppekava vastab tööandjate vajadustele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<i>Õppekava vastab riiklikele normdokumentidele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<i>Õppekava vastab õpilaste teadmistele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<i>Õppekava vastab õpetajate teadmistele ja oskustele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<i>Spetsialiseerumissuund Mehaanika-vastab eriala vajadustele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<i>Spetsialiseerumissuund Automaatika-vastab eriala vajadustele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<i>Spetsialiseerumissuund Raalprojekteerimises (CAE - Computer Aided Engineering)-vastab eriala vajadustele</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<i>Õppekava on vormistatud korrektselt</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<i>Õppekava on hästi arusaadav</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andmed hindaja kohta

Haridus: Kutse-kesk

Erialane või õpetamisalane staaž: 1-5 aastat

Täname!

Lisa 3. Mehhatrooniku kutsestandard I, II ja III
KUTSESTANDARD

MEHHATROONIK I, II, III

MASINA-, METALLI- JA APARAADITÖÖSTUSE KUTSENÕUKOGU

EESSÕNA

Eesti kutsekvalifikatsiooni süsteemis määratletakse kutsekvalifikatsiooni nõudeid viiel tasemel. I tase on madalaim ja V tase kõrgeim (vt lisa A – Kutsekvalifikatsiooni süsteemi terminid). Kõik kutsed ei eelda kutsekvalifikatsiooni tasemete fikseerimist I kuni V tasemeni. Iga konkreetse kutse kvalifikatsioonitasemed, sealhulgas vajaduse korral ka haridusnõuded, määrab kindlaks kutsenõukogu.

Käesolev kutsestandard sisaldab asjaomaste institutsioonide vahel kokkulepitud nõudeid mehhatroonik I, II, III kutsekvalifikatsioonile.

Kutsestandardi kavandi koostas Masina-, Metall- ja Aparaaditööstuse Kutsenõukogu moodustatud töörühm koosseisus:

Matti Timmermann	Tarkon AS
Maido Ajaots	Tallinna Tehnikaülikool
Aldur Järvalt	Eesti Süsteemiinseneride Selts
Peeter Vakepea	Elcoteq Tallinn AS
Edgar Hansen	Tallinna Tööstushariduskeskus
Raivo Sell	Tallinna Tehnikaülikool
Aleksandr Grinko	Tallinna Tööstushariduskeskus
Eduard Brindfeldt	Tallinna Tööstushariduskeskus
Leho Lilleorg	Haridus- ja Teadusministeeriumi Koolivõrgu Büroo

Ajavahemikus 07.12-22.12.2005 viidi läbi kutsestandardi kavandi arvamusküsitlus. Kutsestandardi lõppredaktsiooni koostamisel on töörühm arvestanud arvamusküsitlusel tehtud ettepanekuid ja märkusi.

Kutsestandardi koostamisel on arvestatud Suurbritannia NVQ-de (National Vocational Qualifications – rahvuslikud kutsekvalifikatsioonid) kutseoskusnõuetega ja Soome kutsekvalifikatsiooninõuetega (näyttötutkintojen kuvaukset).

Käesolev kutsestandard on koostatud uustöötlusena.

Käesoleva kutsestandardi jõustumisel kaotab kehtivuse 6. novembril 2001. a Masina-, Metall- ja Aparaaditööstuse Kutsenõukogu otsusega nr.5 kinnitatud mehhatroonik I, II, III kutsestandard.

Käesolev mehhatroonik I, II, III kutsestandard on kinnitatud 20.jaanuar 2006 Masina-, Metall- ja Aparaaditööstuse Kutsenõukogu otsusega nr.12.

Kutsestandardis sisalduvad kutsekvalifikatsioonid on kantud kutseregistrisse.

1. KASUTUSALA

Kutsestandardite kasutusala on järgmine:
töötajate kutsequalifikatsiooninõuete kindlaksmääramine
õppekavade, koolitusprogrammide väljatöötamine
eksaminõuete väljatöötamine, kutsequalifikatsiooni tõendamine ja hindamine
aluse andmine rahvusvaheliste kutsequalifikatsiooni tõendavate dokumentide
võrdlemiseks.

2. KUTSESTANDARDIGA SEOTUD STATISTILISED KOODID

Eesti Majanduse Tegevusalade Klassifikaatori¹ järgi on mehhatroonika seotud põllumajanduse, kood A ja tööstuse, kood D erinevate valdkondadega. Ametite Klassifikaatori² järgi kuulub mehhatroonik I, II, III 7. pearühma "Oskus- ja käsitöölised", kood 7.

3. KUTSENIMETUS JA KUTSEQUALIFIKATSIOONI TASE

Eesti keeles:	Mehhatroonik I, II, III
Inglise keeles:	Mechatronic I, II, III
Soome keeles:	Automaatioasentaja I, II, III
Vene keeles:	Мехатроник I, II, III

4. KUTSEKIRJELDUS

Mehhatroonika on mehaanika-, elektroonika- ja infotehnoloogiasüsteemide samasuunalist koostoimet käsitlev tehnikaala.

Mehhatroonikasüsteem on mehaaniliste, elektrooniliste ja infotehnoloogiliste allsüsteemide ühildatud koos toimiv terviklik kogum.

Mehhatroonik teostab üht või mitut alljärgnevat tegevust: mehhatroonikasüsteemide koostamine, testimine, eksploatatsiooni andmine, protsessi seire ja mehhatroonikasüsteemide talitusjärelvalve korraldamine mitmesugustes kasutamisvaldkondades.

Töö nõuab tehnilise dokumentatsiooni lugemise oskust, mehhatroonika süsteemide komponentide tundmist; tootmisprotsesside tundmist ja nende lahutamist

¹ Statistical classification of economics activities in the European Community (NACE) eestistatud versioon

² International Standard Classification of Occupations (ISCO-88) eestistatud versioon

allprotsessideks; juhtsüsteemide struktuuri, infotöötuse ja edastuse põhimõtete ning signaalide muundamise tundmist.

Töö eeldab rakendustarkvara tundmist ja juhtprogrammide koostamise oskust.

Mehhatroonik kasutab mitmesuguseid mõõte- ja tööriistu ning muid abivahendeid.

Kutse eeldab ruumilist kujutlusvõimet, üldistusvõimet, arenenud vastutustunnet ning koostöövalmidust, samuti vaimset ja füüsilist sobivust.

Mehhatroonik III on võimeline edasi andma oma kutsealaseid teadmisi ja oskusi ning juhendama noortöölisi ja praktikante. Ta on valmis juhtima töögruppi, vastutama ressursside jagamise ning teiste töö korraldamise ja tulemuste eest.

Olenevalt töö spetsiifikast on mehhatroonik suuteline töötama mitmesuguste tööstusharude ettevõtetes mehhatroonikasüsteemi koostamisel, hooldamisel ja juhtprogrammide väljatöötamisel.

Mehhatroonik I kutsekvalifikatsiooni taotlemisel on nõutav kutsealane ettevalmistus ja põhiharidus.

Mehhatroonik II kutsekvalifikatsiooni taotlemisel on nõutav keskharidus, kutsealane ettevalmistus või 1-aastane järjepidev töötamine mehhatroonikuna.

Mehhatroonik III kutsekvalifikatsiooni taotlemisel on nõutav kutsealane ettevalmistus, juhtimisalane baaskoolitus, keskharidus ning 3-aastane järjepidev töötamine mehhatroonikuna ja noortöölise või praktikandi juhendamise kogemus viimase aasta jooksul.

5. KUTSEOSKUSNÕUDED (vt lisa B)

5.1 Üldoskused ja -teadmised

5.1.1 Majandus – algtase

- 1) majanduse põhimõisted
- 2) ettevõtluse põhialused

5.1.2 Tööõigus – I, II algtase; III kesktase

5.1.3 Töökeskkonna ohutus

- 1) töötervishoid ja tööhügieen
- 2) tuleohutus ning tulekustutusvahendid
- 3) elektriohutus
- 4) jäätmekäitlus
- 5) esmaabi

5.1.4 Klienditeenindus – I algtase; II, III kesktase

5.1.5 Juhtimisoskus – I, II nõue puudub; III algtase

5.1.6 Arvutioskus: AO1 – AO4, AO7 (vt lisa D)

5.1.7 Keeleoskus (vt lisa C)

- 1) eesti keel – B2
- 2) inglise keel – B1

5.2 Põhioskused ja –teadmised (õppekava põhjal)

5.2.1 Oma töökoha korraldamine

5.2.2 Kutsealal kasutatavad normdokumendid

5.2.3 Kutsealal kasutatavad materjalid, nende omaduste ja tähistuste tundmine

5.2.4 Kutsealane terminoloogia – eesti ja inglise keeles

- 5.2.5 Tehnilise dokumentatsiooni lugemine ja vahendamine
- 5.2.6 Kutsealal kasutatavate seadmete tööpõhimõtted, ehitus, juhtimine, kasutamine ja hooldamine
- 5.2.7 Mehhatroonikasüsteemide elementide ja nende tähistuste tundmine
- 5.2.8 Mehhatroonikasüsteemide koostamine ja testimine
- 5.2.9 Kutsealal kasutatavate töö- ja mõõteriistade tööpõhimõtted, kasutamine ja hooldamine
- 5.2.10 Protseessortehnika rakendamine mehhatroonikasüsteemides
- 5.2.11 Raalprojekteerimine (CAE - Computer Aided Engineering)

- 5.3 Lisaoskused ja –teadmised (soovituslikud)
 - 5.3.1 Kutsealaga seotud lukksepa- ja elektritööd
 - 5.3.2 Infotehnoloogia erirakendused kutsealal

- 5.4 Isikuomadused ja võimed
 - loogiline ja süsteemne mõtlemine
 - huvitatud tehnikaalasest tegevusest
 - üldistusvõime
 - ruumi- ja kujunditaju
 - kontsentreerumisvõime
 - kohanemisvõime (pinge- ja stressitaluvus)
 - otsustamis- ja vastutusvõime
 - koostöövalmidus
 - suhtlemisvalmidus
 - juhtimisoskus – I, II nõue puudub

6. KEHTIVUSAEG

Kutsestandard kehtib 4 aastat. Vastavalt vajadusele võib standardit muuta enne standardi kehtivusaja lõppu.

Lisa 4. Uus õppekava (eraldi köites)