

## **Tööstuse digitehnoloogia õppekava üldandmed, põhiõpingute struktuur ja moodulite kirjeldused**

### **1. Õppekava üldandmed**

- 1.1. Õppekava kuulub õppekavarühma elektroonika ja automaatika ning võimaldab õpilasel omandada teadmised, oskused, väärtushoiakud ja sotsiaalse valmiduse õpingute jätkamiseks või töötamiseks digitaalsete tehnoloogiatega tööstuskeskkonnas.
- 1.2. Õppekava õppemaht on 240 EKAPit, mis jaguneb järgmiselt:
  - 1) kohustuslikud üldharidusõpingud 80 EKAPit;
  - 2) põhiõpingud 125 EKAPit, millest ühiseid põhiõpinguid 95 EKAPit ja valitavaid põhiõpinguid 30 EKAPit;
  - 3) valikõpingud 35 EKAPit, sh 5 EKAPit vabaõpinguid.

### **2. Õppekava põhiõpingute struktuur**

- 2.1. Ühised põhiõpingute moodulid ja nende õppe maht on järgmised:
  - 1) oskused eluks ja tööks, 15 EKAPit;
  - 2) digioskuste arendamine, 5 EKAPit;
  - 3) sissejuhatus kutseõpingutesse, 10 EKAPit;
  - 4) kaasaegse tööstuse alused, 8 EKAPit;
  - 5) masintööstustehnoloogiad, 8 EKAPit;
  - 6) professionaalne areng ja meeskonnatöö, 3 EKAPit;
  - 7) elektrisüsteemide alused, 4 EKAPit;
  - 8) mehhatroonika alused, 4 EKAPit;
  - 9) automaatjuhtimissüsteemide alused, 4 EKAPit;
  - 10) robotitehnika alused, 4 EKAPit;
  - 11) praktika, 30 EKAPit.
- 2.2. Õppekavaga on määratud järgmised suunavalikud, millest õpilane valib ühe:
  - 1) mehhatroonika suund;
  - 2) robotika suund;
  - 3) tööstuse digitehnika suund.
- 2.3. Valitavad põhiõpingute moodulid ja nende õppe maht **mehhatroonika suunal** on järgmised:
  - 1) mehhatroonika seadmed, 12 EKAPit;
  - 2) mehhatroonika, 18 EKAPit.
- 2.4. Valitavad põhiõpingute moodulid ja nende õppe maht **robotika suunal** on järgmised:
  - 1) robotitehnika, 12 EKAPit;
  - 2) robotika, 18 EKAPit.
- 2.5. Valitavad põhiõpingute moodulid ja nende õppe maht **tööstuse digitehnika suunal** on järgmised:
  - 1) tööstuse digitehnika, 30 EKAPit.

### 3. Tööstuse digitehnoloogia õppekava põhiõpingute moodulite kirjeldused

#### 3.1. Kõikidele suundadele ühised põhiõpingute moodulid

Mooduli nr	Mooduli nimetus	Mooduli õppe maht Eesti kutsehariduse arvestuspunktides (EKAP)
1	Oskused eluks ja tööks	15 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane arendab pädevusi, mis on vajalikud edasisel õpiteel ja ühiskonnas enastjuhtivalt, vastutustundlikult ja tulemuslikult toimimiseks.		
<b>Õpiväljund</b> <b>Õpilane</b> 1) püstatab enesearengu eesmärgid, arvestades enda võimeid ja võimalusi ning väärtustades tervislikke eluviise	<b>Hindamiskriteeriumid</b> <b>Õpilane</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab tervislike eluviiside ja turvalise keskkonna tähtsust, sh toetavate suhtlusvõrgustike rolli tervise, õpimotivatsiooni ja üldise toimetuleku tagamisel;</li> <li>• analüüsib juhendamisel enda käitumisharjumusi ning nende mõju enda tervisele, heaolule ja üldisele toimetulekule;</li> <li>• hindab oma vaimse ja füüsilise tervise seisundit, arvestades põhilisi tegureid nagu magamine, toitumine, liikumine, suhted, kasutades selleks usaldusväärseid enesehindamise tehnikaid, sh veebipõhiseid töövahendeid;</li> <li>• koostab juhendamisel aja- ja tegevuskava enda vaimse ja füüsilise heaolu säilitamiseks, kasutades selleks erinevaid tervise edendamise ja säilitamise võimalusi;</li> <li>• kasutab kodukoha ja kooli lähedal paiknevad liikumisradu, harjutusväljakuid ja võimalusi erinevate liikumisviisidega tegelemiseks;</li> <li>• oskab kasutada mobiilirakendusi liikumisharjumuse ja kehalise aktiivsuse jälgimiseks;</li> <li>• analüüsib juhendamisel enda huvisid, väärtushoiakuid, oskusi, teadmisi, kogemusi ja isikuomadusi;</li> <li>• sõnastab eneseanalüüsi tulemustest lähtuvalt juhendamisel eesmärgid, isiklike ja akadeemiliste sihtide poole liikumiseks;</li> </ul>	
2) kasutab teadlikult erinevaid õpistrateegiaid ja -viise enda õpitegevuse kavandamisel ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab juhendatult õppimise olemust ning teadmiste ning oskuste omandamise protsessi, kasutades erinevaid teabeallikaid;</li> <li>• iseloomustab erinevaid õpistrateegiaid ja õppimise viise, seostades neid enda senise õpikäitumisega;</li> </ul>	

juhtimisel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oskab analüüsida enda õpiharjumusi ning arvestada tahtlikku ja tahtmatu tähelepanu mõju oma õpitegevusele;</li> <li>• analüüsib juhendamisel oma õpimotivatsiooni, määratledes seda soodustavaid ja takistavaid tegureid;</li> <li>• koostab juhendamisel isikliku eesmärgipärase õppimis- ja igapäevategevuste ajakava, lähtudes enda huvidest, eneseteostusega seotud eesmärkidest ja võimalustest;</li> <li>• annab hinnangu enda varasematele õpitulemustele, arvestades eneseanalüüsi tulemusi ja saadud tagasisidet;</li> <li>• kavandab muudatused enda õppimisharjumustes, lähtuvalt hindamistulemustest ning toob saadud tagasiside põhjal näiteid õpistrateegiate kasutamisest õpitegevustes;</li> <li>• selgitab juhendamisel stressi ja frustratsiooniga toimetuleku võimalusi;</li> </ul>
3) tegutseb seatud eesmärkide saavutamiseks vastutustundlikult nii iseseisvalt kui kollektiivi liikmena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suhtleb sotsiaalselt heakskiidetud vormis erinevas vanuses ja kultuuritaustaga inimestega, valides asjakohase käitumis- ja väljendusviisi ning kohandades suhtlemisviise vastavalt tagasisidele ja suhtluse eesmärkidele;</li> <li>• jagab asjakohast infot nii kirjalikult, suuliselt kui visuaalselt, kasutades sobivaid suhtlemisvahendeid ja -vorme ning lähtudes suhtluspartnerist (sõber, kaasõpilane, õpetaja, ametiasutus);</li> <li>• kohandab enda suhtlemisviise vastavalt tagasisidele ja suhtluse eesmärkidele;</li> <li>• toob näiteid illustreerimaks, kuidas esmamulje, eelarvamused, sh stereotüübid mõjutavad inimeste käitumist;</li> <li>• iseloomustab erinevaid meeskonnatöö rolle ja nende mõju töö tulemuslikkusele, kasutades teabeallikaid;</li> <li>• analüüsib juhendamisel rühmas toimuvaid protsesse ja nende võimalikku mõju inimese käitumisele igapäevaelus;</li> <li>• teeb kaaslastega teadlikult koostööd ühiste eesmärkide saavutamiseks, järgides meeskonnatöö põhimõtteid, suhtlus- ja käitumisnorme ning kasutades digitaalseid ühistöövahendeid;</li> </ul>
4) mõistab ettevõtliku, väärtust loova ja vastutustundliku tegutsemise olulisust nii endale kui ühiskonnale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab juhendamisel vastutustundliku tarbimise ja tootmise põhimõtteid ning tehtavate valikute mõju keskkonnale, kogukondadele ja enda heaolule;</li> <li>• toob näiteid probleemsetest tarbimissituatsioonidest ning oskab otsida abi oma õiguste kaitseks;</li> <li>• kirjeldab jätkusuutliku arengu eesmarke, seostades neid ümbritseva keskkonna ja õpitava valdkonnaga;</li> <li>• kaardistab juhendamisel ühiskonnas esinevaid sotsiaalseid probleeme, kasutades erinevaid teabeallikaid ja infotehnoloogiavahendeid;</li> <li>• analüüsib meeskonnatööna valitud probleemi lahendamise võimalusi, kasutades tõenduspõhiseid fakte ja teabeallikaid;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kavandab juhendatud meeskonnatööna tegevuskava valitud probleemi lahendamiseks, kasutades loovustehnikaid ning arvestades ressursside säästliku ja vastutustundliku kasutamise põhimõtteid;</li> <li>• kavandab lahenduse elluviimiseks vajaliku eelarve, kasutades digivahendeid;</li> </ul>	
5) mõistab tööturu toimimise põhimõtteid ja enda arenguvajadusi tööturule sisenemiseks	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab teabeallikate põhjal majanduslike, tehnoloogiliste, looduslike ja teiste keskkonnatingimuste muutuste mõju majanduskeskkonnale;</li> <li>• iseloomustab juhendatud meeskonnatööna Eesti majanduskeskkonna ja tööturu toimimist eri tegevusvaldkondades, kasutades erinevaid teabeallikaid;</li> <li>• iseloomustab erineva haridustaseme ja oskustega inimeste võimalusi tööturul, arvestades töötasu seost väärtusloomega;</li> <li>• selgitab teabeallikate põhjal tööandja ja töövõtja õigusi ja kohustusi töösuhetes;</li> <li>• võrdleb erinevate lepingutingimuste tähtsust töösuhetes, võimalike probleemide ennetamisel;</li> <li>• võrdleb enda kogemusi ja oskusi valitud tegevusvaldkonnas erinevates ametites ja rollides tegutsemiseks vajalikega, kasutades oskuste kompassi;</li> <li>• kavandab enesearengut toetavaid tegevusi, lähtudes enda eesmärkidest ja arendamist vajavatest oskustest;</li> <li>• selgitab ressursside (raha, aeg, inimesed) vajadust ja säästmise võimalusi, arvestades enda seatud eesmärkidega;</li> </ul>	
6) kasutab varasemaid teadmisi, oskusi ja kogemusi igapäevaeluga seonduvate ülesannete lahendamisel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lahendab igapäevaeluga seonduvaid arvutusülesandeid, kasutades koolimatemaatikast tuttavaid mudeleid ja meetodeid;</li> <li>• planeerib digivahendite abil igapäevased tulud-kulud, arvestades enda vajaduste ja võimalustega;</li> <li>• esitab kirjalikku ja suulist informatsiooni selgelt ja struktureeritult nii eesti keeles kui ka põhikoolis õpitud võõrkeeles;</li> <li>• kasutab tehnoloogilisi vahendeid ja seadmeid ning tõenduspõhiseid andmeid otsuste või järelduste tegemiseks igapäevaeluga seotud küsimustes;</li> <li>• kasutab igapäevaelus ettetulevate olukordade lahendamisel eesti- ja võõrkeelseid teabeallikaid;</li> <li>• koostab pädevuse piires eesti- ja võõrkeelseid tekste, lähtudes igapäevaelu vajadustest;</li> <li>• otsib tööülesande täitmiseks vajalikku teavet, hinnates erinevate teabeallikate usaldusväärsust;</li> <li>• lahendab reaalelulisi ülesandeid, sidudes tervikuks mitme ainevaldkonna teadmisi ja oskusi;</li> <li>• toob näiteid matemaatika, füüsika, keemia ja bioloogia omavahelistest seostest igapäevaelus.</li> </ul>	
<b>2.</b>	<b>Digioskuste arendamine</b>	<b>5 EKAP</b>
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane arendab enda digipädevusi elektroonilise teabe otsimiseks, loomiseks ja haldamiseks, arvestades		

digitehnoloogia kasutamisel tervisekaitse ja küberturvalisuse nõuete ning autorikaitse ja eetika põhimõtetega.	
<b>Õpiväljundid</b> <b>Õpilane</b> 1) kasutab digikeskkonnast vajaliku teabe leidmiseks sobivaid infootsingu ja andmehalduse võtteid, hinnates digisisu asjakohasust	<b>Hindamiskriteeriumid</b> <b>Õpilane</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• määratleb oma teabevajaduse ning rakendab sobivaid infootsingu võtteid, et leida digikeskkonnast asjakohane teave;</li> <li>• otsib ja filtreerib andmeid, infot ja materjale eesmärgipäraselt, kasutades erinevaid otsingumeetodeid ja -tööriistu;</li> <li>• analüüsib juhendamisel leitud andmeid, infot ja digisisu, hinnates nende allikate päritolu usaldusväärsust ja asjakohasust;</li> <li>• salvestab ja korrastab digikeskkonnas faile, kasutades kaustu ja kategooriaid, et tagada lihtne ligipääs ja haldus;</li> <li>• töötleb ja analüüsib andmeid tabelarvutuse abil ning esitleb tulemusi selgelt ja arusaadavalt diagrammide ja skeemide abil;</li> </ul>
2) kasutab info jagamiseks, suhtlemiseks ja koostööks sobivaid digilahendusi, arvestades digikeskkonnas kehtivaid suhtlus- ja käitumisnorme ning küberturvalisuse nõudeid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kasutab sobivaid digitehnoloogiaid ja -sisu, et tõhusalt suhelda ja panustada meeskonnatöösse;</li> <li>• jagab infot ja faile digikeskkonnas, valides selleks kontekstist ja eesmärgist tulenevalt korrektse viisi ja sobiva vahendi;</li> <li>• kasutab iseseisvalt ja efektiivselt kooli, kohaliku omavalitsuse, riigi ja ettevõtete digiteenuseid, näiteks e-päevik, riigiportaal, digitaalsed õpikeskkonnad, pangateenused;</li> <li>• kasutab turvaliselt ühismeediat, ajaveebi ja video jagamise platvorme oma algatuste tutvustamiseks ja teiste kaasamiseks;</li> <li>• järgib digikeskkonnas kehtivaid suhtlus- ja käitumisnorme, arvestades erinevate sihtrühmade kultuurilisest, vanuselisest ja keelelisest eripärast tulenevaid vajadusi;</li> <li>• haldab enda digitaalset identiteeti, arvestades küberturvalisuse nõuetega;</li> <li>• analüüsib juhendamisel oma digitaalset jalajälge ja selle mõju enda kuvandile;</li> </ul>
3) loob ja täiustab digisisu, kasutades sobivaid tööriistu sh tehisintellekti lahendusi vastutustundlikult ning arvestades autoriõiguse põhimõtteid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• loob digisisu teksti, esitluse, pildi ja videona, kasutades sobivaid tööriistu ning arvestades kvaliteedi, konteksti ja eesmärkidega;</li> <li>• kohandab olemasolevat digisisu uue ja sisukama digimaterjali loomiseks, kombineerides erinevaid teabeallikaid ja digimaterjale;</li> <li>• järgib digisisu loomisel ja kasutamisel autoriõiguse ning eetika põhimõtteid, arvestades andmekaitse ja konfidentsiaalsuse nõuetega;</li> <li>• rakendab juhendamisel asjakohaseid litsentsitingimusi (<i>Creative Commons</i>) vastavalt sisule ja kontekstile;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kasutab tehisintellekti rakendusi digisisu loomisel ja muutmisel vastutustundlikult, arvestades kvaliteeti ja konteksti;</li> <li>• analüüsib juhendamisel tehisintellekti loodud digisisu täpsust, usaldusväärsust ja konteksti sobivust;</li> </ul>	
4) kaitseb oma digiseadet, isikuandmeid, privaatsust ja tervist, rakendades küberturvalisuse ja jätkusuutliku arengu põhimõtteid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kaitseb oma digiseadmeid ja nende sisu, rakendades ohtude vähendamiseks asjakohaseid turvameetmeid ja uuendades regulaarselt vastavat tarkvara;</li> <li>• tuvastab digiseadmeid ähvardavad ohud ja rakendab ennetusmeetmeid nende vältimiseks;</li> <li>• rakendab turvameetmeid isikuandmete ja privaatsuse kaitseks, kasutades tugevaid parooli, kaheastmelist autentimist ning andmete krüpteerimist, et piirata juurdepääsu enda andmetele;</li> <li>• analüüsib digiteenuse privaatsusreegleid ja kohandab privaatsusseadeid oma isikuandmete kaitseks;</li> <li>• analüüsib enda käitumist digitehnoloogia kasutamisel, lähtudes sellega seotud vaimse ja füüsilise tervise riskidest;</li> <li>• säilitab tervisliku tasakaalu digitehnoloogia kasutamisel, rakendades ajapiiranguid, puhkeperioode ja ergonoomilisi töövõtteid;</li> <li>• reageerib adekvaatselt küberkiusamisele ning kasutab sobivaid vastumeetmeid, vältimaks edasist kahju;</li> <li>• analüüsib digitehnoloogia keskkonnamõju ja rakendab ressursisäästlikke digikäitumise meetodeid, optimeerides seadmete energiatarvet ja eluea kestust ning hallates digiprügi ökoloogilise jalajälje vähendamiseks;</li> </ul>	
5) lahendab digitehnoloogia kasutamisega seotud probleeme, tuvastades tehnilised tõrked ning valides sobivad lahendused nende likvideerimiseks	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tuvastab digiseadme lihtsama tehnilise tõrke põhjuse ja lahendab selle juhendi abil;</li> <li>• valib konkreetse ülesande jaoks sobiva riist- ja tarkvara, arvestades ülesande spetsiifikat ja võimalikke alternatiive;</li> <li>• kohandab ja seadistab juhendite alusel digiteenust või platvormi vastavalt enda vajadustele;</li> <li>• analüüsib oma digipädevust, koostab plaani enese arendamiseks ja oskuste täiendamiseks;</li> <li>• toetab digitehnoloogia vähemkogenud kasutajaid, pakkudes juhiseid ja variante probleemide lahendamiseks.</li> </ul>	
3.	Sissejuhatus kutseõpingutesse	10 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab õpingute jätkamiseks vajalikud teadmised ja oskused õpitavast valdkonnast töötervishoiu-, tööohutuse nõuetest ning õnnetusjuhtumil tegutsemise korrast.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane:	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane:	

1) iseloomustab tööstuse olemust, arengut ning analüüsib tööstusrevolutsioonide mõju tuginedes etteantud allikatele	<ul style="list-style-type: none"><li>• kirjeldab tööstuse ajaloolist arengut ja kaasaegset olemust, kasutades etteantud allikatest saadud teavet;</li><li>• analüüsib juhendamisel tööstuse põhimõtteid ja toob välja selle mõju valdkonnale, kasutades erialast terminoloogiat;</li><li>• kaardistab valdkondliku karjääri ja õpitee võimalused tööülesandest lähtuvalt;</li></ul>	
2) rakendab erinevaid töömeetodeid materjalide töötlemisel käsitööseadmetega, sooritades praktilisi ülesandeid juhendi alusel	<ul style="list-style-type: none"><li>• valib tööülesande täitmiseks sobivad töömeetodid ja käsitööseadmed materjali omadustest lähtuvalt;</li><li>• kasutab käsitööseadmeid ohutult, järgides töötervishoiu ja tööohutus nõudeid;</li><li>• kontrollib tehtud töö vastavust tööülesandele;</li></ul>	
3) selgitab ja järgib töö- ja keskkonnaohutuse põhimõtteid, hinnates ohutegureid töökeskkonnas kehtiva dokumentatsiooni alusel	<ul style="list-style-type: none"><li>• kirjeldab Töötervishoiu ja tööohutuse korraldust kooli näitel võttes aluseks organisatsioonis kehtestatud dokumentatsiooni;</li><li>• hindab etteantud töökeskkonna riskitegureid juhendmaterjali alusel;</li><li>• järgib praktilistel töödel töötervishoiu- ja tööohutuse nõudeid, kasutades nõuete kohaselt isikukaitsevahendeid;</li></ul>	
4) koostab eskiisjoonise ja selgitab tootmisdokumentatsiooni olemust ning vajalikkust etteantud juhendist lähtuvalt.	<ul style="list-style-type: none"><li>• selgitab tehnilise joonestamise aluspõhimõtteid, sealhulgas sümboleid, tähiseid ja mõõtkava standardist lähtuvalt;</li><li>• koostab lähtuvalt tööülesandest juhendamisel etteantud detailist eskiisjoonise;</li><li>• selgitab etteantud juhendi alusel töökäskude, tehnoloogilise kaardi, raportite, saatelehtede ja valdkonnaga seotud tootmisdokumentide sisu ja vajalikkust.</li></ul>	
4.	Kaasaegse tööstuse alused	8 EKAP
Eesmärk õpetusega taotletakse, et õpilane omandab eelteadmised ja praktilised oskused elektrotehnika, mehaanika, elektroonika ja digitaaltehnikast, et lahendada tööülesandeid kaasaegses tööstuskeskkonnas.		
Õpiväljundid Õpilane:	Hindamiskriteeriumid Õpilane:	
1) kirjeldab kaasaegse tööstuse toimimist ja	<ul style="list-style-type: none"><li>• selgitab kaasaegse tööstuse toimimise seoseid jätkusuutlikkuse põhimõtetest lähtuvalt;</li></ul>	

automatiseerimistehnoloogiaid võttes aluseks teema- ja ajakohased infoallikad	<ul style="list-style-type: none"><li>• kirjeldab juhendmaterjali alusel automatiseerimistehnoloogiaid, robotite ja andurite mõju ning rakendumist kaasaegses tööstuskeskkonnas;</li><li>• selgitab etteantud näidetest lähtuvalt kuidas digitaalsed kaksikud ja infovõrgud parandavad tootmisprotsesside tõhusust;</li></ul>	
2) koostab juhendmaterjali alusel elektroonikasüsteemi	<ul style="list-style-type: none"><li>• valib juhendmaterjalist lähtuvalt sobivad elektrikomponendid;</li><li>• arvutab elektriskeemi elementide pinged, voolutugevuse ja võimsuse alalis- ja vahelduvvoolu ahelas, rakendades füüsika seadusi;</li><li>• koostab töötava elektroonikaskeemi juhendmaterjali alusel ning arvestab skeemi komponentide põhiparameetreid;</li></ul>	
3) selgitab mehhatroonika seadmete tööpõhimõtteid koostatud süsteemi näitel	<ul style="list-style-type: none"><li>• kirjeldab mehhatroonika süsteemi põhikomponentide tööd ja nende omavahelisi seoseid, võttes aluseks koostatud skeemi ja juhendmaterjali;</li><li>• mõõdab pneumaatilisi ja hüdraulilisi suurusid ja rakendades pneumaatika ja hüdraulika seadusi etteantud ülesannete lahendamisel;</li><li>• koostab ja ühendab juhendmaterjali alusel mehhatroonika süsteemi kasutades vajalikke tööriistu ja komponente;</li></ul>	
4) koostab roboti mudeli, millele paigaldab ja seadistab anduri(d), katsetades nende abil roboti tööd liikumise või ülesannete täitmist.	<ul style="list-style-type: none"><li>• koostab roboti mudeli etteantud juhendmaterjali alusel;</li><li>• paigaldab ja seadistab anduri(d), tuginedes tehnilisele dokumentatsioonile;</li><li>• testib koostatud roboti tööd liikumise või ülesannete täitmist, lähtudes katseprotokollist.</li></ul>	
5.	Masintööstustehnoloogiad	8 EKAP
Eesmärk: õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused masintööstustehnoloogiates kasutatavatest materjalidest, seadmetest, mõõtmisvahenditest, tehnilisest dokumentatsioonist, järgides töötervishoiu- ja tööohutuse nõudeid ning oskab luua seoseid tehnikateadus valdkonnaga.		
Õpiväljundid Õpilane:	Hindamiskriteeriumid Õpilane:	
1) kasutab põhilisi lukksepatööriistu- ja	<ul style="list-style-type: none"><li>• teostab detailide markeerimis-, töötlemis- ja parandustöid (viilimine, puurimine, keermestamine jne), vastavalt tööülesannetele ja kvaliteedinõuetele;</li></ul>	



töövõtteid ning teostab metallide töötlemis- ja parandustöid järgides kvaliteedi ning töötervishoiu- ja tööohutuse nõudeid	<ul style="list-style-type: none"><li>• kontrollib valminud detailide vastavust ülesande joonisele;</li><li>• järgib tööd tehes juhiseid, seadmete-, töötervishoiu ja tööohutuse nõudeid ning rakendab tervist säästvaid tööviise, asendeid, vahendeid ja võtteid;</li></ul>	
2) kirjeldab lehtmetailide töötlemisel kasutatavate tööpinkide kasutusvaldkondi, tehnoloogilisi võimalusi ja seadistuse põhimõtteid tehnilise dokumentatsiooni alusel	<ul style="list-style-type: none"><li>• toob näiteid lehtmetaili töötlemisel rakendatavate tööpinkide kasutusvaldkondadest ja nende otstarbest võttes aluseks asjakohase tehnilise dokumentatsiooni;</li><li>• kirjeldab töö- ja mõõteriistade seadistuse põhimõtteid tehnilise dokumentatsiooni alusel;</li><li>• toob näiteid lehtmetaili töötlustehnoloogiate kasutusvõimalustest tehnika ja tootmis valdkonnas, kasutades erialaseid allikaid;</li></ul>	
3) kirjeldab erinevate metallilõikepinkide kasutusvaldkondi, tehnoloogilisi võimalusi ja seadistuse põhimõtteid tehnilise dokumentatsiooni alusel	<ul style="list-style-type: none"><li>• toob näiteid metallilõiketöötlemises rakendatavate tööpinkide kasutusvaldkondadest ja nende otstarbest võttes aluseks asjakohase tehnilise dokumentatsiooni;</li><li>• kirjeldab töö- ja mõõteriistade seadistuse põhimõtteid tehnilise dokumentatsiooni alusel;</li><li>• toob näiteid metallilõiketöötlustehnoloogiate kasutusvõimalustest tehnika ja tootmis valdkonnas, kasutades erialaseid allikaid;</li></ul>	
4) kirjeldab erinevate keevitusprotsesside eeliseid, puuduseid, kasutusvaldkondi ja tööpõhimõtteid lähtuvalt erialastest allikatest.	<ul style="list-style-type: none"><li>• esitleb keevitajale kehtivaid tuletöötajale kehtestatud nõudeid ohutuse ja ohutu töökeskkonna tagamisel kehtiva seadusandluse alusel;</li><li>• toob näiteid keevitusprotsesside kasutusvaldkondadest ja nende otstarbest tuginedes erialastele allikatele;</li><li>• toob näiteid keevitustehnoloogiate kasutusvõimalustest tehnika ja tootmis valdkonnas, kasutades erialaseid allikaid.</li></ul>	
6.	Professionaalne areng ja meeskonnatöö	3 EKAP
Eesmärk: õpetusega taotletakse, et õpilane omandab oskused ja teadmised projektide planeerimiseks, koordineerimiseks ja elluviimiseks meeskonnatöona.		

<b>Õpiväljundid</b> <b>Õpilane:</b>	<b>Hindamiskriteeriumid</b> <b>Õpilane:</b>
1) koostab projekti plaani, sealhulgas määratleb eesmärgid, tähtajad ja vajalikud ressursid	<ul style="list-style-type: none"> <li>koostab realistliku ja tervikliku projekti plaani, mis sisaldab eesmärgi, tähtaegu ja vajalikke ressursse arvestades tööülesande nõudeid;</li> <li>suudab hinnata ressursside vajadust ja luua ajakava, mis toetab projekti edukat elluviimist;</li> </ul>
2) jaotab projekti ressursse ja ülesandeid meeskonnaliikmete vahel vastavalt nende tugevustele ja kompetentsidele	<ul style="list-style-type: none"> <li>määratleb meeskonnaliikmete rollid ja jagab ülesanded vastavalt nende oskustele ja kogemustele;</li> <li>jälgib ülesannete täitmist ja vajadusel muudab ressursside jaotust, et tagada projekti sujuv kulg lähtudes projekti edenemisest;</li> </ul>
3) osaleb aktiivselt meeskonnatöös, et saavutada ühine eesmärk, sealhulgas tagasiside andmist ja saamist, ning probleemide lahendamise oskusi meeskonnas	<ul style="list-style-type: none"> <li>osaleb aktiivselt meeskonna aruteludes ja tegevustes, andes oma panuse ideede vahetusse, probleemide lahendamisse ja ülesannete täitmisse, et tagada meeskonna ühine eesmärk ja edukas koostöö;</li> <li>annab ja võtab vastu konstruktiivset tagasisidet ning lahendab tekkinud probleeme koostöös teiste õpilastega arvestades teiste arvamustega et saavutada parim võimalik tulemus;</li> </ul>
4) selgitab projekti tulemusi, meeskonnatöö protsessi ning annab konstruktiivset tagasisidet projektile ja meeskonnaliikmetele	<ul style="list-style-type: none"> <li>toob välja projekti käigus esinenud probleemid ning analüüsib, kuidas need mõjutasid projekti tulemusi ja meeskonnatööd;</li> <li>pakub parandusettepanekuid ja täiendusi, et tulevikus sarnaste probleemide vältimiseks meeskonnatööd ja projekti täitmist parendada;</li> </ul>
5) rakendab digitaalseid tööriistu, nagu Taiga, Google Docs või Microsoft Teams, et hallata projekti ülesandeid ja ajakava	<ul style="list-style-type: none"> <li>kasutab digitaalseid tööriistu projekti ülesannete koordineerimiseks ja teabe jagamiseks meeskonnaga, tagades projekti ülesannete ning tegevuste dokumenteerimise digikeskkondades vastavalt ajakavale ja määratud tähtajale;</li> <li>suudab ajakava jälgida ning vajadusel teha muudatusi ja kohandada tegevuste järjekorda, et tähtaegadest kinni pidada;</li> </ul>
6) esitleb projekti tulemusi meeskonna poolt koostatud esitluse kaudu	<ul style="list-style-type: none"> <li>koostab lõpparuande või esitluse, kus tutvustatakse projekti tulemusi, õppetunde ja kogemusi, tuues esile projekti olulisemad aspektid ja õppetunnid;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>demonstreerib esitluse ajal selget, struktureeritud kommunikatsiooni ja vastab esitluse käigus kuulajate küsimustele andes vajadusel täiendavat selgitust;</li></ul>	
7) juhib kogu projekti protsessi, sealhulgas projekti algatamist, planeerimist, elluviimist ja lõpetamist.	<ul style="list-style-type: none"><li>algatab projekti, määratleb projekti ulatuse ja eesmärgid ning juhib projekti etappide täitmist, jälgides ajakava ja ressursside kasutamist, et tagada projekti sujuv kulg ja edukas elluviimine;</li><li>oskab tuvastada ja maandada projekti käigus tekkinud riske ning teha otsuseid, mis toetavad projekti edukat lõpetamist arvestades projekti ajakava, ressursside ja meeskonnatöö olukorda.</li></ul>	
7.	Elektrisüsteemide alused	8 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused elektrisüsteemide toimimise põhimõtetest, komponentidest ning paigaldamise ja hooldamise alustest.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane:	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane:	
1) mõõdab ja analüüsib elektrisüsteemide põhiparameetreid, kasutades sobivaid mõõtevahendeid ja tehnikaid	<ul style="list-style-type: none"><li>mõõdab juhendmaterjali alusel elektrilisi parameetreid, nagu vool, pinge ja takistus, täpselt ja vastavalt tehnilistele nõuetele;</li><li>analüüsib juhendamisel mõõtmistulemusi ning hindab elektrisüsteemi toimivust, võrreldes tulemusi kehtivate normide ja standarditega;</li></ul>	
2) paigaldab ja ühendab elektrisüsteemide komponente, järgides ohutusnõudeid ja tehnilisi juhiseid	<ul style="list-style-type: none"><li>paigaldab juhendmaterjali alusel elektrisüsteemi komponente ning kontrollib, et paigaldatud süsteem vastab tehnilistele nõuetele ja töötab ootuspäraselt;</li><li>koostab töötava elektriskeemi, järgides juhendmaterjali ja arvestades komponentide tehnilisi parameetreid;</li><li>järgib paigaldamisel ohutusnõudeid, viies kõik etapid läbi kooskõlas kehtivate tööohutusstandarditega;</li></ul>	
3) lahendab elektriliste ahelatega seotud probleeme ning tuvastab ja kõrvaldab süsteemi rikete ja tõrgete põhjused	<ul style="list-style-type: none"><li>tuvastab etteantud näidetest ja juhendmaterjalidest lähtudes elektrisüsteemi tõrked, analüüsib nende põhjuseid ja kõrvaldab need vastavalt tööjuhiste;</li><li>testib koostatud elektrisüsteemi, mõõtes parameetreid ja võrreldes tulemusi juhendmaterjalis esitatud nõuetega;</li><li>taastab juhendmaterjali alusel süsteemi töökorras oleku ning dokumenteerib lahendused selgelt ja vastavalt nõuetele;</li></ul>	
4) rakendab elektriohutuse põhimõtteid, tagades	<ul style="list-style-type: none"><li>rakendab igas tööetapis elektriohutuspõhiseid, tuginedes kehtivatele standarditele ja seadusandlusele;</li><li>valib juhendmaterjali alusel sobivad elektri- ja mõõteseadmed, arvestades tööülesande spetsiifikat;</li></ul>	

seadmete ja tööprotsesside turvalisuse vastavalt standarditele ja nõuetele.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• loob ja viib läbi katseprotokolli alusel elektrisüsteemi testimise, hinnates süsteemi töökindlust ja toimivust.</li> </ul>	
<b>8.</b>	<b>Mehhatroonika alused</b>	<b>4 EKAP</b>
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused mehhatroonika põhimõtetest, komponentidest ning nende ühtseks süsteemiks ühendamise võimalustest.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane:	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane:	
1) selgitab mehhatroonika põhialuseid, kirjeldades mehhaanika, elektroonika ja automaatika integreeritud rolli tehnilistes süsteemides	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab mehhatroonika seost: mehaanika, elektroonika, tarkvaraarenduse ja juhtimistehnoloogiatega võttes aluseks valdkonna põhifunktsioonid;</li> <li>• toob näiteid mehhatroonikasüsteemide rakendustest erinevates tööstusharudes lähtuvalt erialastest infoallikatest;</li> </ul>	
2) eristab ja selgitab mehhatroonikas kasutatavaid komponente ja seadmeid nende funktsioonist lähtuvalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifitseerib mehhatroonika põhikomponendid ja selgitab nende tööpõhimõtteid vastavalt tehnilisele dokumentatsioonile;</li> <li>• võrdleb mehhaanilisi, elektroonilisi ja pneumaatilisi komponente nende funktsionaalsuse alusel;</li> <li>• tuvastab erinevat tüüpi andurid ja täiturid, nende kasutusvaldkonda silmas pidades;</li> </ul>	
3) töötab ohutult järgides töötervishoiu, töö-, elektri- ja keskkonnaohutusnõudeid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arvestab töökoha ettevalmistamisel, töö kestel ja töökoha korrastamisel inimeste ja keskkonnaga täites töötervishoiu- ja tööohutusnõudeid;</li> <li>• kasutab töökohta eesmärgipäraselt ja hoiab selle korras, järgides töövahendite ja muude seadmete kasutamisel etteantud juhendeid, sh ohutusjuhendeid;</li> <li>• kasutab töötamisel ettenähtud isikukaitsevahendeid, ergonoomilisi ja ohutuid töövõtteid lähtudes kehtestatud nõuetest;</li> </ul>	
4) kasutab mehhatroonika tehnilist dokumentatsiooni, sealhulgas jooniseid, skeme ja spetsifikatsioone süsteemide kokkupanekuks ja hooldamiseks	<ul style="list-style-type: none"> <li>• loeb ja tõlgendab mehhatroonikasüsteemide elektri- ja pneumaatikaskeeme etteantud ülesandest;</li> <li>• kasutab tootjatehnilist dokumentatsiooni seadmete paigaldamisel ja hooldamisel;</li> <li>• koostab ja täidab mehhatroonikasüsteemidega seotud tehnilise aruandluse vastavalt standarditele;</li> </ul>	

5)	koostab mehhatroonika-süsteeme, ühendades seadmeid, seadistades komponente ja kontrollides süsteemide töökindlust.	<ul style="list-style-type: none"> <li>koostab erinevtest komponentidest juhendi alusel mehhatroonikasüsteeme;</li> <li>kasutab sobivaid mõõtevahendeid ja testib mehhatroonikasüsteemi tööd;</li> <li>määratleb juhendi alusel ja lähteülesandest tulenevalt süsteemi töövõimekuse ja võimalikud vead.</li> </ul>
9.	Automaatjuhtimissüsteemide alused	4 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab oskused automaatjuhtimise põhimõtete ja tehnoloogiate valdkonnas ning suudab rakendada juhtimisteooriat ja süsteemide modelleerimise teadmisi tööstuslikes keskkondades.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane:	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane:	
1)	leiab automaatikaskeemidelt ja projektidest vajaliku teabe tööülesande täitmiseks	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiab tööülesande lahendamiseks vajaliku teabe joonistelt, valmistab ette vajalikud materjalid ning töövahendid, kontrollides nende vastavust nõuetele;</li> <li>koostab tööplaani, määrab tööoperatsioonide järjestuse ja tagab materjalide ja töövahendite vastavuse tööülesandele;</li> </ul>
2)	töötab ohutult järgides töötervishoiu, töö-, elektri- ja keskkonnaohutusnõudeid	<ul style="list-style-type: none"> <li>arvestab töökoha ettevalmistamisel, töö kestel ja töökoha korrastamisel inimeste ja keskkonnaga täites töötervishoiu- ja tööohutusnõudeid;</li> <li>kasutab töökohta eesmärgipäraselt ja hoiab selle korras, järgides töövahendite ja muude seadmete kasutamisel etteantud juhendeid, sh ohutusjuhendeid;</li> <li>kasutab töötamisel ettenähtud isikukaitsevahendeid, ergonoomilisi ja ohutuid töövõtteid lähtudes kehtestatud nõuetest;</li> </ul>
3)	paigaldab ja ühendab süsteemi komponendid vastavalt projekti- ja kaablitootja nõuetele	<ul style="list-style-type: none"> <li>paigaldab ja asendab madalpinge- ja signaalikaablid, paigaldades juhtimis-, täitur- ja andurseadmed ning mõõteriistad;</li> <li>järgib projekti ja kaablitootja nõudeid, hinnates paigaldiste vastavust normidele;</li> <li>dokumenteerib tehtud tööde tulemused ja muudatused kasutades digitaalseid lahendusi;</li> </ul>
4)	kontrollib ühenduste kvaliteeti ja tuvastab võimalikud rikked sobiva mõõtmismeetodiga	<ul style="list-style-type: none"> <li>viib läbi automaatikaseadmete ülevaatus, taastab süsteemi rikete korral ning osaleb remondimeeskonnas koostöös spetsialistidega;</li> <li>viib läbi hooldustöid vastavalt hooldusjuhenditele ja dokumenteerib tehtud muudatused digitaalselt.</li> </ul>
10.	Robotitehnika alused	4

<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused robotite programmeerimiseks, seadistamiseks, käitamiseks ja hooldamiseks.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane:  1) koostab loogikakontrolleri ja robotiprogrammide koodi vastavalt kvaliteedistandarditele	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane: <ul style="list-style-type: none"><li>• programmeerib loogikakontrolleri ja robotiprogramme, testides ning dokumenteerides muudatused, järgides kvaliteedistandardeid ja autoriõigusi;</li><li>• viib läbi testimise ja dokumenteerib kõik tehtud muudatused korrektselt;</li></ul>	
2) paigaldab ja seadistab anduri vastavalt tehnilistele spetsifikatsioonidele	<ul style="list-style-type: none"><li>• valib anduri vastavalt tehnilistele spetsifikatsioonidele ja süsteemi nõuetele;</li><li>• paigaldab anduri õigesse asukohta, järgides tootja juhiseid ja ohutusnõudeid;</li><li>• ühendab anduri õigesti, tagades selle töökindluse;</li><li>• kõrvaldab talitushäired läbi testimise ning dokumenteerib kõik vastavalt süsteemi nõuetele;</li></ul>	
3) käitab ja testib roboti ajamit vastavalt tehnilistele spetsifikatsioonidele	<ul style="list-style-type: none"><li>• valib ja ühendab roboti ajami vastavalt tehnilistele spetsifikatsioonidele;</li><li>• käivitab ajami järgides tootja juhiseid ja ohutusnõudeid;</li><li>• kontrollib ajami tööd ning veendub selle korrektsetes liikumistes ja reaktsioonides;</li><li>• testib ajami parameetreid ja kohandab seadistusi vastavalt vajadusele;</li><li>• registreerib kõik tuvastatud vead ja kõrvalekalded ning teavitab vastutavat töötajat probleemidest;</li></ul>	
4) ühendab roboti kommunikatsioonivõrkudega vastavalt dokumentatsioonile ning kontrollib ühenduse toimivust	<ul style="list-style-type: none"><li>• valib sobiva kommunikatsiooniliidese vastavalt roboti tehnilisele dokumentatsioonile;</li><li>• ühendab roboti kommunikatsioonivõrkudega, järgides dokumentatsiooni ja ohutusnõudeid;</li><li>• konfigureerib võrguühenduse vastavalt süsteemi nõuetele;</li><li>• testib ühenduse toimivust ja andmevahetust roboti ja teiste seadmete vahel;</li><li>• tuvastab ja kõrvaldab võimalikke ühendusprobleeme.</li></ul>	
11.	Praktika	30 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane arendab meeskonna liikmena õppekeskkonnas omandatud kutsealaseid teadmisi, oskusi ning hoiakuid masintööstustehnoloogiat rakendavates ettevõtetes.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane:	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane:	

1) planeerib oma isiklikud praktika eesmärgid ja tööülesanded lähtuvalt erialastest kompetentsidest.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kaardistab realistlikud, mõõdetavad ja ajaliselt määratletud praktika eesmärgid lähtudes erialastest kompetentsidest;</li> <li>• koostab juhendaja juhendamisel konkreetseid tööülesandeid sisaldava tegevuskava ja ajakava nende täitmiseks lähtudes praktika eesmärkidest;</li> </ul>
2) tutvub ettevõtte töökorralduse ja sisekorraeeskirjadega ning seadmete kasutus- ja ohutusjuhenditega lähtudes praktika eesmärkidest.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• järgib praktikaettevõtte töökorraldust arvestades töökorraldus- ja sisekorraeeskirjades sätestatud;</li> <li>• osaleb töökohal tööohutus- ja töötervishoiualasel juhendamisel ja vastaval väljaõppel enne tööle asumist või järgneva töö juurde asumisel ning kinnitab seda vastavalt ettevõttes sätestatud korrale;</li> </ul>
3) täidab juhendamisel ja iseseisvalt praktikaettevõttes juhendaja määratud tööülesandeid lähtudes koostatud tegevus- ja ajakavast.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• valmistab ette töökoha, järgib töötamisel tööohutus- ja töötervishoiualaseid nõudeid, töö lõppedes korrastab töökoha ja töövahendid lähtudes tööülesandest;</li> <li>• valib ja valmistab ette vajalikud materjalid ja abivahendid, lähtudes tööülesandest ja tehnoloogilisest dokumentatsioonist;</li> <li>• valib ja valmistab ette vajalikud töövahendid, seadmed lähtudes tehnoloogilisest dokumentatsioonist ja tööülesandest;</li> <li>• kontrollib detaili või toote vastavust tehnoloogilises dokumentatsioonis antud mõõtmetele, kasutades selleks sobivat tehnoloogiat lähtudes standarditest;</li> <li>• hindab juhendamisel valminud detaili või toote kvaliteeti, selgitab välja võimalike vigade tekkimise põhjused ja võimalusel likvideerib need vastavalt kehtestatud nõuetele;</li> <li>• täidab juhendamisel tehnilise dokumentatsiooni kasutades vajadusel infotehnoloogilisi vahendeid lähtudes tööülesandest;</li> </ul>
4) töötab ohutult järgides kutse-eeetika-, töötervishoiu, töö-, elektri-, tule- ja keskkonnaohutusnõudeid.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arvestab töökoha ettevalmistamisel, töö kestel ja töökoha korrastamisel inimeste ja keskkonnaga täites töötervishoiu- ja tööohutusnõudeid;</li> <li>• kasutab töökohta eesmärgipäraselt ja hoiab selle korras, järgides töövahendite ja muude seadmete kasutamisel etteantud juhendeid, sh ohutusjuhendeid;</li> <li>• kasutab töötamisel ettenähtud isikukaitsevahendeid, ergonoomilisi ja ohutuid töövõtteid lähtudes kehtestatud nõuetest;</li> </ul>
5) reflekteerib iseseisvalt ja juhendamisel oma kutsealast tegevust ettevõttes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analüüsib koostöös juhendajaga tööetapi käigus ja lõppedes oma tegevust ning panust meeskonnatöösse tulenevalt erialastest kompetentsidest;</li> </ul>

lähtuvalt praktika eesmärkidest, tegevus- ja ajakavast.	<ul style="list-style-type: none"> <li>täidab elektroonilist praktikapäevikut kirjeldades praktika käigus tehtud tööülesandeid ning esitab selle ettevõttepoolsele juhendajale hindamiseks lähtudes praktikajuhendist;</li> <li>koostab praktikaaruande kasutades erialast terminoloogiat, annab hinnangu enda tööle, täidab eneseanalüüsi sisaldava kokkuvõtte vormistades dokumendid korrektses eesti keeles elektrooniliselt ning esitleb seda lähtudes juhendist.</li> </ul>
---	--

### 3.2. Valitavad põhiõpingute moodulid mehatroonika suunal

12.	Mehhatroonika seadmed	12 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused mehatrooniliste seadmete ehituse, tööpõhimõtete, hoolduse ja rikete diagnoosimise kohta.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane: 1) analüüsib ja hindab mehatroonika seadmete tööpõhimõtteid ning nende rakendusi tööstuses	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane: <ul style="list-style-type: none"> <li>kirjeldab mehatroonika seadmete tööpõhimõtteid lähtudes tehnilisest dokumentatsioonist ja tööstusstandarditest (IEC 60204-1, ISO 12100);</li> <li>analüüsib mehatroonika seadmete kasutamist erinevates tööstusharudes, kasutades praktilisi juhtumiuuringuid;</li> <li>hindab mehatrooniliste lahenduste mõju tootmise efektiivsusele ja töökindlusele, kasutades süsteemianalüüsi meetodeid (FMEA, Root Cause Analysis);</li> <li>võrdleb erinevaid mehatroonika juhtimistehnoloogiaid kasutades reaajas juhtimise ja automaatika lahendusi;</li> <li>koostab ülevaate mehatroonika seadmete kasuteguritest kasutades simulatsioonitarkvara ja tööstuslike süsteemide analüüsi;</li> <li>hindab mehatroonika seadmete ohutust, lähtudes masinate ohutusstandarditest ja tööprotsesside riskianalüüsist;</li> </ul>	
2) seadistab ja häälestab mehatroonikasüsteemide elektri-, pneumaatika- ja hüdraulikakomponente	<ul style="list-style-type: none"> <li>valib ja ühendab mehatroonikasüsteemide elektri-, pneumaatika- ja hüdraulikakomponente lähtudes tehnilistest nõuetest ning standarditest (ISO 4414, IEC 60204-1, ISO 1219-1);</li> <li>häälestab ja kalibreerib andureid ja täiturmehhanisme kasutades tootja juhiseid ning kalibreerimisprotokolle;</li> <li>kontrollib ja valideerib komponentide töökindlust kasutades mõõtevahendeid ning diagnostikatarkvara;</li> <li>optimeerib mehatrooniliste süsteemide seadistusi lähtudes energiatõhususe ja töökindluse põhimõtetest;</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• testib pneumaatika-, hüdraulika- ja elektroonikakomponente kasutades simuleeritud ja reaalseid töötingimusi;</li> <li>• dokumenteerib mehhatroonikasüsteemide seadistuse vastavalt ettevõtte ja kvaliteedijuhtimise standarditele;</li> </ul>
3) programmeerib ja testib mehhatrooniliste süsteemide juhtimisseadmeid (PLC, HMI, SCADA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• loob ja rakendab PLC-koodi kasutades IEC 61131-3 programmeerimiskeeli (Ladder Logic, Structured Text, Function Block Diagram);</li> <li>• koostab ja testib HMI kasutajaliideseid kasutades SCADA süsteeme ning andmevisualiseerimise tööriistu;</li> <li>• optimeerib juhtimisprotsesse rakendades reaalajas juhtimist ja andmeanalüüsi meetodeid;</li> <li>• integreerib erinevaid juhtimissüsteeme kasutades tööstuslikke andmevahetusprotokolle (Modbus TCP, PROFINET, OPC UA);</li> <li>• valideerib ja testib PLCja SCADA-süsteeme kasutades simulatsioonikeskkondi ning diagnostikavahendeid;</li> <li>• dokumenteerib juhtimissüsteemide seadistused ja testimistulemused vastavalt ettevõtte kvaliteedistandarditele ning tööstusprotsesside nõuetele;</li> </ul>
4) analüüsib ja lahendab mehhatroonika seadmete rikkeid, viies läbi diagnostikat ning hooldust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kasutab diagnostikavahendeid rikete tuvastamiseks ja analüüsimiseks, kasutades termograafiat, vibratsioonianalüüsi ning signaalimonitooringut;</li> <li>• selgitab rikete tekkepõhjuseid ja rakendab tõrkeotsingu meetmeid lähtudes tootja dokumentatsioonist ning tööstusstandarditest;</li> <li>• viib läbi mehhatroonikasüsteemi tõrkeotsingu kasutades süsteemset veaotsingu metoodikat (<i>Fault Tree Analysis, Root Cause Analysis</i>);</li> <li>• koostab ja järgib hoolduskavasid lähtudes seadmete töömahust ning ennetava hoolduse standarditest (ISO 55000, CMMS süsteemid);</li> <li>• viib läbi süsteemi ennetava hoolduse ja testib selle töökindlust kasutades süsteemianalüüsi meetodeid;</li> <li>• dokumenteerib hooldustööd ja tehtud muudatused vastavalt tööstusettevõtte hooldusprotseduuridele ning kvaliteedinõuetele;</li> </ul>
5) kasutab mehhatroonika seadmete tehnilist dokumentatsiooni tööülesannete täitmisel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koostab ja ajakohastab mehhatroonikasüsteemide skeeme ja tehnilist dokumentatsiooni kasutades CAD tarkvara (<i>AutoCAD, EPLAN, SolidWorks Electrical</i>);</li> <li>• dokumenteerib seadmete paigaldus- ja hooldustööd vastavalt tootmisettevõtte kvaliteedisüsteemile;</li> <li>• koostab juhendid ja protokollid lähtudes tööstusstandarditest ja seadme kasutusnõuetest;</li> <li>• ajakohastab ja täiendab elektriskeeme ning tööstusautomaatika süsteemide jooniseid kasutades digitaalset dokumentatsioonihaldust;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viib läbi süsteemide dokumentatsiooni auditeerimise lähtudes ISO 9001 ja tööstuslikest kvaliteedistandarditest;</li> <li>• arhiveerib ja haldab mehhatroonikasüsteemi dokumentatsiooni tagades selle vastavuse regulatsioonidele ning ettevõtte nõuetele;</li> </ul>	
6) hooldab nõuetekohaselt mehhatroonikaseadmeid ja -süsteeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teostab mehhatrooniliste süsteemide ennetavat ja plaanilist hooldust lähtudes tootja soovitudest ja ISO 55000 standardist;</li> <li>• kasutab diagnostika- ja ennetava hoolduse meetodeid, sealhulgas vibratsioonianalüüsi ning termograafiat;</li> <li>• analüüsib mehhatroonikasüsteemi rikete põhjuseid ja töökindlust, kasutades süsteemset veaotsingu meetodikat;</li> <li>• viib läbi rikete kõrvaldamist, kasutades tootmiseseadmete hooldustarkvara ja süsteemianalüüsi meetodeid;</li> <li>• koostab hooldustööde aruandeid ja dokumenteerib tehtud muudatused vastavalt tööstusettevõtte kvaliteedinõuetele;</li> <li>• hindab mehhatrooniliste seadmete töökindlust ja kuluefektiivsust, kasutades tööstuslikke hooldusstrateegiaid ning varuosade haldust.</li> </ul>	
<b>13.</b>	<b>Mehhatroonik</b>	<b>18 EKAP</b>
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused mehhatroonikasüsteemide tööpõhimõtetest, programmeerimisest, seadistamisest ja hooldusest.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) analüüsib ja hindab mehhatroonikasüsteemide tööpõhimõtteid ning nende optimeerimise võimalusi tööstuskeskkonnas</li> </ol>	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjeldab mehhatroonikasüsteemide tööpõhimõtteid lähtudes tehnilisest dokumentatsioonist ja tööstusstandarditest (IEC 60204-1, ISO 12100);</li> <li>• analüüsib mehhatroonikasüsteemide toimivust kasutades süsteemianalüüsi meetodeid (<i>FMEA, Root Cause Analysis, Six Sigma</i>);</li> <li>• võrdleb erinevaid mehhatroonikasüsteemide juhtimistehnoloogiaid kasutades tööstusautomaatika tarkvara ja digitaalset simulatsiooni;</li> <li>• optimeerib mehhatroonikasüsteemide tööprotsesse kasutades reaajas andmeanalüüsi ja tootmismõõdikuid (OEE, KPI);</li> <li>• hindab mehhatrooniliste lahenduste energiatõhusust kasutades energiatarbimise analüüsi ja ISO 50001 põhimõtteid;</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>koostab ülevaate mehhatroonikasüsteemide optimeerimisvõimalustest lähtudes majanduslikust tasuvusest ja tootlikkusanalüüsist;</li> </ul>
2) integreerib mehhatroonikasüsteeme tööstuskeskkonda ja tagab nende koostöö teiste süsteemidega	<ul style="list-style-type: none"> <li>analüüsib ja valib sobivad mehhatroonikaseadmed lähtudes tehnilistest nõuetest ja tööstusstandarditest (ISO 13849, IEC 61508);</li> <li>ühendab ja seadistab mehhatroonikasüsteeme kasutades tööstuslikke andmevahetusprotokolle (OPC UA, PROFINET, Modbus TCP/IP);</li> <li>testib ja valideerib integreeritud mehhatroonikasüsteeme kasutades diagnostikavahendeid ja simulatsioonikeskkondi;</li> <li>optimeerib süsteemide seadistusi lähtudes reaajas monitoorimise ja andmeanalüüsi tulemustest;</li> <li>hindab süsteemi töökindlust ja kuluefektiivsust kasutades OEE analüüsi ja hooldusandmeid;</li> <li>dokumenteeri süsteemi integreerimise tulemused vastavalt tööstuslikele kvaliteedistandarditele ja ettevõtte protseduuridele;</li> </ul>
3) programmeerib ja testib keerukaid mehhatroonikasüsteemide juhtimisseadmeid (PLC, SCADA, HMI, tööstusrobotid)	<ul style="list-style-type: none"> <li>loob ja rakendab PLC-koodi kasutades IEC 61131-3 programmeerimiskeeli ja tööstusautomaatika standardeid;</li> <li>programmeerib ja testib SCADA ja HMI süsteeme kasutades andmete visualiseerimise ja protsessijuhtimise tööriistu;</li> <li>integreerib mehhatroonikasüsteemid tööstusrobotite ja tehisnägemise süsteemidega kasutades tööstusautomaatika võrgulahendusi ja standardprotokolle;</li> <li>testib ja valideerib programmeeritud juhtimissüsteeme kasutades simulatsioonitarkvara ja reaalseid tootmisandmeid;</li> <li>optimeerib juhtimisalgoritme ja tööparameetreid lähtudes süsteemi töökoormusest ja ressursikasutusest;</li> <li>dokumenteeri juhtimissüsteemi programmeerimise ja testimise tulemused vastavalt ettevõtte kvaliteedinõuetele ja ISO standarditele;</li> </ul>
4) analüüsib ja lahendab mehhatroonikasüsteemide rikkeid, kasutades ennetavat diagnostikat ning rikete analüüsi meetodeid	<ul style="list-style-type: none"> <li>kasutab diagnostikavahendeid ja analüüsimeetodeid rikete tuvastamiseks ning tõrkeotsinguks (<i>Fault Tree Analysis, Root Cause Analysis</i>);</li> <li>rakendab ennetavat hooldust ja töökindluse analüüsi kasutades tööstuslike hooldustarkvarasid (CMMS, ISO 55000);</li> <li>selgitab rikete põhjuseid ja soovib lahendusi lähtudes tootja juhistest ning ettevõtte hooldusstrateegiast;</li> <li>teostab mehhatroonikasüsteemide hooldust ja testib seadmete töökindlust kasutades vibratsioonianalüüsi, termograafiat ning reaajas andmemonitooringut;</li> <li>koostab ennetava hoolduse plaani lähtudes seadmete töökoormusest ja kasutusandmetest;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>dokumenteerib hooldustööd ja süsteemi parendused vastavalt ettevõtte kvaliteedisüsteemile ning tööstusstandarditele;</li> </ul>
5) koostab mehhatroonikasüsteemide tehnilist dokumentatsiooni ning juhendab süsteemide kasutamist ja hooldust	<ul style="list-style-type: none"> <li>koostab ja ajakohastab mehhatroonikasüsteemide skeeme ja tehnilist dokumentatsiooni kasutades CAD tarkvara (<i>AutoCAD, EPLAN, SolidWorks Electrical</i>);</li> <li>dokumenteerib seadmete paigaldus- ja hooldustööd vastavalt tootmisettevõtte kvaliteedisüsteemile;</li> <li>koostab juhendid ja protokollid lähtudes tööstusstandarditest ning seadme kasutusnõuetest;</li> <li>ajakohastab ja täiendab elektriskeeme ning tööstusautomaatika süsteemide jooniseid kasutades digitaalset dokumentatsioonihaldust;</li> <li>viib läbi tehnilise dokumentatsiooni auditeerimise lähtudes ISO 9001 ja tööstuslikest kvaliteedistandarditest;</li> <li>koostab juhiseid mehhatroonikasüsteemide kasutamiseks ja hoolduseks lähtudes seadmete tööohutus- ning kvaliteedinõuetest;</li> </ul>
6) rakendab ohutus- ja riskijuhtimise meetmeid mehhatroonikasüsteemide käitamisel	<ul style="list-style-type: none"> <li>hindab mehhatroonikasüsteemidega seotud ohte ja rakendab ennetusmeetmeid lähtudes ISO 13849 ja IEC 61508 standarditest;</li> <li>seadistab ja testib turvasüsteeme, sealhulgas ohutusreleed ning hädaseiskamis mehhanisme;</li> <li>koostab ja rakendab riskianalüüsi ning tööohutuse protokolle vastavalt tööstusohutuse nõuetele;</li> <li>koolitab mehhatroonikasüsteemide kasutajaid ohutusprotseduuride järgimisel;</li> <li>monitoorib süsteemi käitumist ja tuvastab võimalikke ohte, kasutades automaatseire ja häiresüsteeme;</li> <li>dokumenteerib riskianalüüsi tulemusi ja ohutuse parendusmeetmed vastavalt ettevõtte ja tööstusharu standarditele.</li> </ul>

### 3.3. Valitavad põhiõpingute moodulid robotika suunal

14.	Robotitehnika	12 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused tööstusrobotite ehituse, juhtimise, programmeerimise ja optimeerimise kohta. Õpilased õpivad robotite integreerimist tootmissüsteemidesse, nende hooldust ning turvalise kasutamise põhimõtteid.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane: 1) analüüsib ja hindab robotite tehnoloogiaid ning nende	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane: <ul style="list-style-type: none"> <li>kirjeldab robotite peamisi komponente ja tööpõhimõtteid lähtudes tehnilisest dokumentatsioonist ja standarditest (ISO 10218-1, ISO 9283);</li> </ul>	

rakendusvõimalusi tööstuses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analüüsib erinevat tüüpi robotite kasutusvõimalusi tööstuses, logistikas ja teeninduses, kasutades praktilisi näiteid;</li> <li>• hindab robotite rakendamise mõju tootmise efektiivsusele, tööjõukuludele ja ressursikasutusele, kasutades majanduslikke analüüsimeetodeid;</li> <li>• võrdleb erinevaid robotite juhtimissüsteeme kasutades tööstuslikke protokolle (PROFINET, EtherCAT, Modbus TCP/IP);</li> <li>• koostab ülevaate robotite kasutusvõimalustest kasutades simulatsioonitarkvara ja tootmisprotsesside modelleerimist;</li> <li>• hindab robotite ohutust ja koostöövõimalusi lähtudes töökeskkonna ning ISO-standardite nõuetest;</li> </ul>
2) programmeerib ja testib tööstusroboti töötsükleid ning liikumismustreid vastavalt tootmisprotsessi nõuetele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koostab optimeeritud roboti tööprogrammi kasutades tööstusstandardeid ja tootmisliini nõudeid;</li> <li>• seadistab ja testib roboti liikumismustreid kasutades simulatsioonitarkvara ning füüsilisi katseid;</li> <li>• optimeerib roboti liikumist ja tsükliaga lähtudes tööprotsessi efektiivsusest ning energiasäästust;</li> <li>• rakendab robotile erinevaid trajektoore kasutades kinemaatilisi modelleerimisvahendeid ja tööstusspetsiifilisi algoritme,</li> <li>• valideerib ja kohandab roboti juhtimisparameetreid tööstusliku automatiseerimise nõuete kohaselt;</li> <li>• dokumenteerib roboti töötsükli vastavalt tootja juhiste ja tööstusprotsesside kvaliteedinõuetele;</li> </ul>
3) integreerib robotid tootmissüsteemidesse ja tagab nende koostöö teiste seadmetega	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seadistab roboti ja ühendab selle juhtimissüsteemiga kasutades standardiseeritud liideseid (Ethernet/IP, PROFINET, OPC UA);</li> <li>• programmeerib ja testib roboti koostööd PLC, HMI ja teiste automaatikasüsteemidega;</li> <li>• määrab ja seadistab robotite turvatsoonid lähtudes ISO 13849-1 ja ISO 10218-2 nõuetest;</li> <li>• tagab andmevahetuse ja juhtimissüsteemi töökorrasoleku kasutades võrguanalüüsi tööriistu ja protokollide valideerimist;</li> <li>• testib roboti funktsionaalsust kasutades reaajas monitoorimist ja tootmisliini testtsenaariumeid;</li> <li>• dokumenteerib roboti integreerimise tulemused vastavalt kvaliteedijuhtimise ja standardiseeritud protokollidele;</li> </ul>
4) kasutab koostöörobotite ( <i>cobot</i> ) tehnoloogiaid ja hindab nende tööohutust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analüüsib koostöörobotite tööpõhimõtteid lähtudes turvastandarditest ja kasutusjuhistest;</li> <li>• seadistab ja programmeerib koostööroboteid kasutades tootja spetsifikatsioone ja simuleerides tööprotsesse;</li> <li>• testib koostööroboti tööohutust kasutades ISO/TS 15066 standardit ja turvamehhanisme;</li> <li>• hindab koostööroboti sobivust erinevates tootmisprotsessides lähtudes tööefektiivsusest ja töötajate ohutusunõuetest;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rakendab robotite sensoripõhist juhtimist kasutades jõu ja puutesensoreid ohutuks tööks inimeste kõrval;</li> <li>• dokumenteerib koostööroboti rakendamise tulemused tuginedes riskianalüüsile ja ettevõtte töökeskkonna nõuetele;</li> </ul>	
5) kasutab tehisnägemise süsteeme tööstusrobotites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab tehisnägemise tööpõhimõtteid ja nende rakendamist kvaliteedikontrollis ja tootmisprotsessides;</li> <li>• seadistab ja programmeerib tehisnägemise süsteemi kasutades pilditöötlusalgoritme ja tööstuskaameraid;</li> <li>• integreerib tehisnägemise lahendusi robotite juhtimissüsteemi kasutades standardiseeritud protokolle (<i>GigE Vision, Camera Link, Modbus TCP</i>);</li> <li>• testib ja optimeerib pilditöötlusalgoritme kasutades masinõppe ja tehisintellekti meetodeid;</li> <li>• hindab tehisnägemise täpsust ja efektiivsust kasutades statistilist protsessikontrolli (SPC) ja vigade analüüsi;</li> <li>• dokumenteerib tehisnägemise süsteemi rakendamise tulemused lähtudes kvaliteedijuhtimise ja tootmisoptimeerimise standarditest;</li> </ul>	
6) rakendab robotite hoolduse ja ennetava diagnostika meetmeid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koostab ja järgib roboti hooldusprotokolle vastavalt tootja juhiste ja tööstusstandarditele (ISO 13381-1, CMMS süsteemid);</li> <li>• viib läbi robotite diagnostikat kasutades vibratsioonianalüüsi, termograafiat ja rikete ennetamise tööriistu;</li> <li>• analüüsib ja dokumenteerib roboti töövõimekust kasutades OEE ja FMEA meetodeid;</li> <li>• optimeerib roboti tööparameetreid lähtudes energiakasutuse ja hooldusandmete analüüsist;</li> <li>• teostab ennetavat hooldust ja määrab rikke võimalikke põhjuseid kasutades CMMS ja masinõppe meetodeid;</li> <li>• koostab dokumentatsiooni hooldustööde ja töökindluse parandamise kohta vastavalt ettevõtte kvaliteedisüsteemi nõuetele.</li> </ul>	
<b>15.</b>	<b>Roboti operaator</b>	<b>18 EKAP</b>
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused tööstusrobotite programmeerimiseks, seadistamiseks ja nende töö optimeerimiseks tootmisprotsessides.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane:  1) analüüsib ja hindab tööstusrobotite tööpõhimõtteid, struktuuri	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjeldab tööstusrobotite põhikomponente ja tööpõhimõtteid lähtudes tehnilisest dokumentatsioonist ja rahvusvahelistest standarditest (ISO 10218, ISO 15066);</li> </ul>	

ning rakendusvõimalusi tootmisprotsessides	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analüüsib robotite kasutamise eeliseid ja piiranguid tootmisliini efektiivsuse, kuluefektiivsuse ning tööohutuse aspektist;</li> <li>• võrdleb erinevaid robotite juhtimissüsteeme ja kommunikatsiooniprotokolle kasutades tööstusautomaatika standardeid (PROFINET, EtherNet/IP, OPC UA);</li> <li>• analüüsib robotite rakendamist erinevates tööstusharudes kasutades juhtumiuuringuid ja simulatsioonitarkvara;</li> <li>• hindab robotite kasutamise mõju tootmise energiatõhususele lähtudes ISO 50001 energiamanagement standardist;</li> <li>• koostab ülevaate robotite optimaalsest rakendamisest lähtudes tööstusettevõtte vajadustest ja tootmisprotsessi nõuetest;</li> </ul>
2) programmeerib ja optimeerib tööstusroboti liikumismustreid ning töötsükleid vastavalt tootmisprotsessi nõuetele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• loob ja rakendab tööstusroboti liikumisprogrammi kasutades tootja tarkvara (FANUC, ABB, KUKA, UR, Yaskawa);</li> <li>• optimeerib roboti liikumistrajektoore ja töötsükli kasutades simulatsioonikeskkondi ning reaajas jälgimist;</li> <li>• kohandab roboti liikumisprofiile lähtudes täpsuse, kiiruse ja energiakasutuse optimeerimise põhimõtetest;</li> <li>• rakendab AI-põhist liikumise ja töökoormuse optimeerimist kasutades andmetöötlust ning masinõppe meetodeid;</li> <li>• dokumenteerib roboti tööprogrammi ja tehtud optimeerimised vastavalt tööstusettevõtte kvaliteedinõuetele;</li> </ul>
3) rakendab ja seadistab koostöörobotite (cobot) süsteeme, hinnates nende sobivust tootmisprotsessis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analüüsib koostöörobotite tööpõhimõtteid ja võimalusi lähtudes ISO/TS 15066 standardist ning tööstusprotsessi nõuetest;</li> <li>• seadistab ja programmeerib koostööroboteid kasutades ohutusnõudeid ning tootja spetsifikatsioone;</li> <li>• testib koostööroboti ohutust ja liikumispiiranguid kasutades sensoripõhist tuvastust ning jõuandureid;</li> <li>• hindab koostöörobotite kasutamise eeliseid ja piiranguid lähtudes tootlikkusanalüüsist ning tööohutusnõuetest;</li> <li>• dokumenteerib koostööroboti rakendamisel tehtud parendused lähtudes ettevõtte tööohutuse ja tootmiseefektiivsuse nõuetest;</li> </ul>
4) rakendab ja optimeerib tehisenägemise süsteeme robotite kvaliteedikontrollis ning tootmise	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjeldab ja analüüsib tehisenägemise rakendusi lähtudes pilditöötlusalgoritmide ja tööstuslike kvaliteedikontrolli standarditest;</li> <li>• seadistab ja programmeerib tehisenägemise süsteemi kasutades tööstuskaameraid ja tarkvara (Cognex, OpenCV, Halcon, NI Vision);</li> </ul>

automatiseerimisel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• testib ja optimeerib pilditötlusalgoritme kasutades masinõppe ja tehisintellekti põhiseid meetodeid;</li> <li>• dokumenteerib tehisenägemise süsteemi seadistuse ja kasutuselevõtu lähtudes tööstusettevõtte kvaliteedinõuetest</li> </ul>
5) rakendab ja optimeerib tehisenägemist, viib läbi tööstusrobotite hoolduse ning diagnostika, tagades töökindluse ja ohutuse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viib läbi roboti regulaarsed hooldustoimingud vastavalt tootja tehnilisele dokumentatsioonile ja standardile ISO 13381-1;</li> <li>• kontrollib ja testib roboti elektrisüsteemi ning andureid, järgides IEC 60204-1 nõudeid ning roboti tootja elektriskeeme;</li> <li>• kasutab ennetava hoolduse meetodeid, sealhulgas vibratsioonianalüüsi ja termograafiat, lähtudes ISO 10816 ja ISO 18436 standarditest;</li> <li>• loeb ja analüüsib roboti diagnostikateateid ja vealogi, järgides ISO 10218-2 nõudeid;</li> <li>• dokumenteerib hooldustööd ja rikete analüüsi vastavalt ISO 9001 standardile ning täidab CMMS hooldusraporteid;</li> </ul>
6) tagab tööstusrobotite ohutuse ja riskijuhtimise vastavalt standarditele ning töökeskkonna nõuetele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hindab tööstusrobotitega seotud ohte ja rakendab ennetusmeetmeid lähtudes ISO 10218 ja ISO 13849 standarditest;</li> <li>• seadistab ja testib robotite ohutussüsteeme, sealhulgas hädaseiskamis mehhanisme ning ohutustsoone;</li> <li>• rakendab riskianalüüsi ja tööohutuse protokolle tööstusrobotite kasutamisel;</li> <li>• koolitab töötajaid robotite ohutusprotseduuride järgimisel ja võimalike ohtude ennetamisel;</li> <li>• monitoorib ja analüüsib roboti käitumist reaalsajas, tuvastades võimalikud ohutusprobleemid ning optimeerides tööprotsessi;</li> <li>• dokumenteerib ohutusanalüüsi ja riskide maandamise meetmed vastavalt ettevõtte ning tööstusharu standarditele.</li> </ul>

### 3.4. Valitavad põhiõpingute moodulid tööstuse digitehnika suunal

16.	Tööstuse digitehnika	12 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmisi ja oskusi digitaalsete tehnoloogiate rakendamiseks tööstuses, keskendudes IoT, tööstuslike andmeanalüüsi platvormide ning küberturvalisuse lahendustele.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane: 1) analüüsib ja hindab	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane:	



<p>digitehnoloogiate rakendusvõimalusi tootmisprotsessides</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selgitab tööstusautomaatika ja digitehnoloogiate põhikomponente lähtudes tehnilisest dokumentatsioonist ja standarditest (IEC 61131-3, ISO 22400-2)</li> <li>• analüüsib erinevate digitehnoloogiate rakendusi kasutades praktilisi juhtumiuuringuid ja tootmissektori analüüse</li> <li>• hindab digitaliseerimise mõju tootmisefektiivsusele ja ressursikasutusele, kasutades OEE (Overall Equipment Effectiveness) analüüsi</li> <li>• võrdleb erinevaid andmekogumisja töötlemissüsteeme kasutades tööstusautomaatiat ja pilvepõhiseid lahendusi</li> <li>• koostab ülevaate digitaliseeritud tootmisprotsesside kasuteguritest kasutades andmeanalüüsi tööriistu (Power BI, Tableau, Python Pandas)</li> <li>• hindab digitaliseeritud lahenduste turvalisust ja töökindlust lähtudes infoturbe standarditest (ISO 27001, IEC 62443)</li> </ul>
<p>2) kasutab ja haldab tööstuslikke andmesideprotokolle ning võrgulahendusi tootmiskeskkonnas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjeldab ja rakendab tööstuslikke andmesideprotokolle kasutades standardiseeritud protokolle (OPC UA, PROFINET, EtherNet/IP, MQTT, Modbus TCP/IP)</li> <li>• konfigureerib ja testib võrguseadmeid tööstuslikus keskkonnas, kasutades diagnostikavahendeid (Wireshark, NetFlow, SNMP)</li> <li>• tagab tööstusliku andmevahetuse turvalisuse kasutades autentimis ja krüpteerimisprotokolle (TLS, VPN, IPSec)</li> <li>• analüüsib võrguliikluse töökindlust ja võimalikke häireid kasutades võrguseire süsteeme (Nagios, Zabbix)</li> <li>• optimeerib andmevahetusprotsesse lähtudes süsteemi jõudlusnõuetest ja reaalajas andmetöötluse vajadustest</li> <li>• dokumenteerib kommunikatsioonisüsteemide seadistuse vastavalt tööstusliku IT-standarditele ja infoturbe nõuetele</li> </ul>
<p>3) rakendab ja optimeerib digitaliseeritud tootmissüsteeme, kasutades pilvetehnoloogiaid ning andmeanalüütikat</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seadistab ja haldab pilvepõhiseid tööstusautomaatika lahendusi, kasutades tööstusstandardeid ja IoT arhitektuure</li> <li>• analüüsib ja töötleb tootmisandmeid kasutades andmeanalüüsi tööriistu (Python, TensorFlow, Power BI)</li> <li>• rakendab masinõppe algoritme tootmisprotsesside ennustavaks analüüsiks ja optimeerimiseks</li> <li>• hindab digitaliseeritud tootmissüsteemide jõudlust ja töökindlust kasutades reaalajas monitoorimist</li> <li>• koostab andmepõhiseid optimeerimisetpanekuid, lähtudes tootmise efektiivsuse ja ressursikasutuse analüüsist</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>dokumenteerib digitaliseeritud tootmissüsteemide halduse ja optimeerimise vastavalt tööstuslikele regulatsioonidele</li> </ul>
4) rakendab ja haldab tööstusliku infoturbe ja küberturvalisuse meetmeid	<ul style="list-style-type: none"> <li>analüüsib tööstusvõrkude ja süsteemide turvalisust kasutades infoturbe riskihindamise meetodeid (NIST, IEC 62443)</li> <li>seadistab ja haldab tulemüüre, VPN-e ja turvameetmeid vastavalt infoturbe standarditele ja tööstuslikele nõuetele</li> <li>rakendab autentimis- ja juurdepääsuhalduse meetmeid kasutades rollipõhist ligipääsu ja multifaktorilist autentimist</li> <li>hindab süsteemi haavatavusi ja rakendab parandusmeetmeid kasutades turvatestimise tööriistu (Metasploit, Nessus)</li> <li>rakendab infoturbe lahendusi IoT ja tööstusautomaatika seadmetes, järgides turvastandardeid ja seaduse nõudeid</li> <li>dokumenteerib infoturbe meetmete rakendamise vastavalt ettevõtte ja rahvusvahelistele standarditele</li> </ul>
5) rakendab ja haldab IoT seadmeid ning digitaalse kaksiku (Digital Twin) lahendusi tootmiskeskkonnas	<ul style="list-style-type: none"> <li>seadistab ja testib IoT lahendusi kasutades tööstusliku andmevahetuse protokolle (MQTT, OPC UA, Edge Computing)</li> <li>optimeerib andmevahetuse ja süsteemide ühendatavust lähtudes tootmisprotsesside vajadustest ja tööstusvõrkude arhitektuurist</li> <li>rakendab digitaalse kaksiku tehnoloogiat reaalajas süsteemide jälgimiseks ja tootmisprotsesside optimeerimiseks</li> <li>võrdleb simulatsioonimudelite ja reaalsete tootmisandmete vastavust kasutades süsteemianalüütikat ja diagnostikat</li> <li>hindab IoT ja digitaalse kaksiku skaleeritavust kasutades tööstuslikke arhitektuurimudeleid ja simulatsioonikeskkondi</li> </ul>
6) rakendab andmeanalüütika ning tehisintellekti lahendusi tootmisprotsesside optimeerimiseks	<ul style="list-style-type: none"> <li>analüüsib ja töötleb tootmisandmeid kasutades statistilisi ja masinõppe meetodeid (Python, TensorFlow, Power BI)</li> <li>rakendab andmepõhiseid otsustusmudeleid optimeerides tootmisprotsesse ja ressursside kasutust</li> <li>hindab masinõppe ja tehisintellekti rakendusi ennetava hoolduse ja vigade tuvastamiseks</li> <li>arendab ja testib optimeerimisalgoritme kasutades simuleeritud ja reaalajas andmeid</li> <li>koostab ülevaate andmepõhise tootmise eeliste ja riskide kohta lähtudes tööstusstandarditest ja majanduslikest analüüsides</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>dokumenteerib andmeanalüüsi ja tootmise optimeerimise tulemused vastavalt ettevõtte ning standardite nõuetele</li> </ul>	
17.	Tööstuse digitehnika	18 EKAP
<b>Eesmärk:</b> õpetusega taotletakse, et õpilane omandab teadmised ja oskused digitaliseeritud tootmissüsteemide, tööstusautomaatika ja IoT lahenduste kasutamiseks.		
<b>Õpiväljundid</b> Õpilane: <ol style="list-style-type: none"> <li>planeerib ja rakendab digitaliseeritud tootmissüsteemide lahendusi, integreerides tootmisprotsessidesse andmepõhiseid automatiseeritud lahendusi</li> </ol>	<b>Hindamiskriteeriumid</b> Õpilane: <ul style="list-style-type: none"> <li>analüüsib digitaliseeritud tootmissüsteemide arhitektuuri ja andmevoogusid lähtudes tööstusstandarditest (ISA-95, IEC 62264, ISO 22400-2)</li> <li>valib ja rakendab digitaliseeritud tootmise lahendusi kasutades SCADA, MES ja ERP süsteeme vastavalt tootmisprotsessi vajadustele</li> <li>testib ja hindab digitaliseeritud tootmissüsteemide efektiivsust ja töökindlust kasutades tootmismõõdikuid (OEE, KPI)</li> <li>optimeerib tootmisprotsesse kasutades reaalajas andmetöötlust ja masinõppe algoritme</li> <li>koostab digitaliseerimise strateegia võttes arvesse tööstusettevõtte vajadusi ja kulutõhususe analüüsi</li> <li>dokumenteerib digitaliseeritud lahenduste rakendamise vastavalt tööstuslikele standarditele ja ettevõtte regulatsioonidele</li> </ul>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>kasutab digitaliseeritud tootmise juhtimiseks tööstuslikku tarkvara ja pilveteenuseid, hallates tootmisandmeid ning optimeerides protsesse reaalajas</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>seadistab ja kasutab pilvepõhiseid tootmisseire ja juhtimissüsteeme lähtudes ettevõtte IT-arhitektuurist ja tööstusstandarditest (<i>Edge Computing</i>, MQTT, OPC UA)</li> <li>haldab ja analüüsib tööstusandmeid kasutades andmeanalüüsi tööriistu (<i>Power BI</i>, <i>Tableau</i>, <i>Python Pandas</i>)</li> <li>optimeerib tootmisandmete töötlust kasutades reaalajas andmevooge ja tehisintellekti-põhiseid analüüsimeetodeid</li> <li>tagab tootmisandmete turvalise säilitamise ja ligipääsu kasutades infoturbe standardeid (ISO 27001, IEC 62443)</li> <li>konfigureerib ja testib andmeedastusprotokolle kasutades Modbus TCP, PROFINET, MQTT ja VPN lahendusi</li> <li>dokumenteerib tootmise digitaliseerimise töövood ja optimeerimisettepanekud lähtudes ettevõtte ja rahvusvahelistele standarditele</li> </ul>	

<p>3) rakendab infoturbe ja küberturvalisuse meetmeid digitaliseeritud tootmiskeskkonnas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analüüsib tööstusvõrkude ja automaatikasüsteemide turvalisust kasutades infoturbe riskihindamise meetodeid (NIST, IEC 62443, ISO 27001)</li> <li>• seadistab ja haldab tulemüüre, VPN-e ja turvameetmeid kasutades tööstusspetsiifilisi lahendusi (<i>Fortinet, Palo Alto, Cisco Security, OPC UA Security</i>)</li> <li>• rakendab autentimis- ja juurdepääsuhalduse meetmeid kasutades multifaktorilist autentimist ja rollipõhist ligipääsu</li> <li>• hindab süsteemi haavatavusi ja rakendab parandusmeetmeid kasutades turvatestimise tööriistu (<i>Metasploit, Nessus, Wireshark</i>)</li> <li>• viib läbi küberintsidentide simulatsioone ja riskianalüüsi lähtudes tööstuslike infoturbemeetmete ning ISO standardite järgi</li> <li>• dokumenteerib infoturbe meetmete rakendamise vastavalt tööstusettevõtte turvaprotseduuridele</li> </ul>
<p>4) optimeerib tootmisprotsesse, rakendades tehisintellekti ja suurandmete analüüsi, et parandada tootlikkust ning ressursikasutust</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• töötleb ja analüüsib tootmisandmeid kasutades masinõppe ja statistilisi meetodeid (<i>TensorFlow, Scikit-Learn, SQL andmebaasid</i>)</li> <li>• arendab andmepõhiseid otsustusmudeleid kasutades AI-algoritme ennetava hoolduse ja kvaliteedikontrolli jaoks</li> <li>• hindab ja võrdleb erinevaid suurandmete analüüsi lahendusi lähtudes tootmisettevõtte vajadustest ja tööstusstatistikast</li> <li>• rakendab optimeerimisalgoritme kasutades simulatsioonitarkvara ja reaajas andmeanalüüsi tööriistu</li> <li>• koostab andmepõhise tootmise analüüsiaruande lähtudes majanduslikust tasuvusest ja kvaliteedikontrolli nõuetest</li> <li>• dokumenteerib andmeanalüüsi ja tootmise optimeerimise tulemused vastavalt ettevõtte ning rahvusvaheliste standardite nõuetele</li> </ul>
<p>5) ühendab ja haldab IoT seadmeid digitaliseeritud tööstuses, seadistades andmeside ning süsteemide integreerituse</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seadistab ja testib IoT lahendusi kasutades tööstusliku andmevahetuse protokolle (MQTT, OPC UA, <i>Edge Computing, LoRaWAN</i>)</li> <li>• optimeerib IoT seadmete kommunikatsiooni lähtudes tööstuslike juhtimissüsteemide ning võrgu arhitektuurist</li> <li>• tagab IoT andmete turvalisuse ja töökindluse kasutades krüpteerimisprotokolle ning autentimismeetodeid</li> <li>• integreerib IoT seadmeid SCADA, MES ja ERP süsteemidega kasutades tööstusstandardite arhitektuure</li> <li>• testib IoT süsteemide töökindlust ja skaleeritavust kasutades simulatsioone ning kaughalduse tööriistu</li> <li>• dokumenteerib IoT süsteemide seadistuse ja kasutuselevõtu lähtudes infoturbe ja tööstuslike reguleeringute nõuetest</li> </ul>

<p>6) rakendab ja optimeerib digitaalse kaksiku (<i>Digital Twin</i>) tehnoloogiaid tootmisprotsessides, simuleerides ning analüüsides süsteemide andmeid reaalsajas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• loob digitaalse kaksiku kontseptsiooni vastavalt tööstussüsteemi tehnilistele ja toimimismõuetele, lähtudes ISO 23247-1 standardist.</li> <li>• seadistab ja ühendab andureid ning IoT-seadmeid, et koguda reaalsajas andmeid digitaalse kaksiku mudeli sisendiks, järgides tööstusprotokolle (OPC UA, MQTT, Modbus TCP).</li> <li>• modelleerib tootmisprotsessi simulatsioonitarkvaras (nt <i>Ansys Twin Builder</i>, <i>MATLAB Simulink</i>, <i>Siemens MindSphere</i>), et hinnata süsteemi jõudlust ja töökindlust.</li> <li>• analüüsib digitaalse kaksiku ja reaalsüsteemi vahelisi andmeid, võrreldes simuleeritud ja tegelikke tootmisandmeid andmeanalüüsi tööriistadega (nt <i>Python</i>, <i>Power BI</i>).</li> <li>• hindab ja optimeerib tootmisprotsessi simulatsioonitulemuste põhjal, kasutades masinõpet ja AI-põhiseid otsustusalgoritme.</li> <li>• rakendab veaproгноosi ja ennetava hoolduse lahendusi digitaalse kaksiku abil, analüüsides ajaloolisi ja reaalsajas tööandmeid.</li> <li>• seadistab ja valideerib süsteemi ühenduvuse ja kommunikatsiooni digitaalse kaksiku ning tööstuslike juhtimissüsteemide (PLC, SCADA, MES) vahel.</li> <li>• dokumenteerib digitaalse kaksiku kasutuselevõtu ja optimeerimise tulemused, järgides tööstusettevõtte kvaliteedinõudeid ja standardeid.</li> </ul>
--	---