



tourings

training for collaborative  
robotics integration

TOURINGS

Joint Curriculum

Ülevaade

Lõplik versioon



Erasmus+

## Projekt

### 1 TOURINGSI kohta

TOURINGS põhineb transdistsiplinaarsel strateegilisel partnerlusel, mis koosneb riiklikust standardiorganisatsioonist, kõrgkoolidest, kutseõppeasutustest ja intelligentselt tootmise, suure jõudlusega tootmise ja inseneriteaduse innovatsiooni uurimiskeskustest. Kõik partnerid pakuvad oma teadmisi ja asjatundlikkust koostöörobotika, tootmise, projektijuhtimise, ergonomika hindamise, konveieri tasakaalu ja digitaalsete simulatsioonide valdkondades, mis on kooskõlas standardiga ISO-TS 15066 ja võttes arvesse selliseid probleeme nagu tööga seotud luu- ja lihaskonna vaevused.

### 2 Sisu

Robotika kasutamine Euroopa tööstuses kasvab jätkuvalt. Rahvusvahelise robotikaföderatsiooni viimase raporti kohaselt on tööstusrobotite pakkumine Euroopas viimastel aastatel kasvanud 7%, 67 000 ühikult 71 000 ühikuni. 2020. aastaks paigaldatakse kogu maailmas üle 1,7 miljoni uue roboti [1]. Koostöörobot on loodud inimeste vahetuks suhtlemiseks määratletud koostööruumis. Nende integreerimine tööstusesse võimaldab automatiseerida mitteergonoomilisi või korduvalt ülesandeid. See vähendab montaaži aega, muudab automatiseerimise paindlikuks muutuvates keskkondades ja automatiseerib tööd piiratud aladel – see on mitmeid eeliseid, mis muudavad selle tootmissektorites väga kasulikuks. Ainult ISO-TS 15066 reguleerib koboteid [2] ja täiendab seega kahte olemasolevat C-tüüpi tööstusrobotite standardit (UNE 10218-A ja 10218-2). See standard on ülioluline riskide hindamisel ja ohutusfunktsioonide kujundamisel, võttes arvesse kontaktolukordi ja erinevaid koostöömeetodeid, nagu ohutushinnanguga jälgitav peatus, käsitsi juhtimine, kiiruse ja vahemaa jälgimine või jõu ja jõu piiramine.

Euroopa tööjõud vananeb ning korduvad ja mitteergonoomilised ülesanded on üks peamisi massihävitushaigustest tingitud probleeme Euroopa tervishoius. Cobotid suurendavad töötajate heaolu ning parandavad töötingimusi ja mõne töö efektiivsust. See on oluline punkt, arvestades konkurentsi, millega Euroopa tootmissektor seisab silmitsi automatiseeritud riikidega, nagu Hiina või Jaapan, ja teiste nooremate ja odavamate töötajatega areneva majandusega riikidega. Selles kontekstis käsitletakse erinevaid koolitusteemasid: kobotite paigaldamine ja töökoha kujundamine, riistvara, tarkvara ja raku disain, funktsionaalsuse disain, konveieri tasakaal ning inimese ja roboti interaktsiooni ergonoomiline hindamine.

### 3 Peamine eesmärk

TOURINGSi soov on arendada välja uuenduslikke koolitusvahendeid, mis on suunatud tootmissektoritele koostöörobotika vallas, hõlbustades seeläbi nende paigaldamist ning täiendades lähiaastateks selle võtmetehnoloogia oskusi ja teadmisi.

TOURINGS korraldab koolituse, mis käsitleb Euroopa tootmissektorite põhiaspekte:

- a) inimese ja roboti koostoime ohutusnõuded,



- b) ergonomiline mõõtmine inimese ja roboti koostoimes,
- c) kobotite integreerimine konveieri tasakaalu ja
- d) erinevate robotite moodulite ja käitumise kavandamine tootmisvajaduste rahuldamiseks.

TOURINGSi eesmärk on edendada ISO-TS 15066-ga kooskõlastatud kobotite paigaldamist kogu ELis, et parandada töötajate heaolu, vältides tööga seotud luu- ja lihaskonna vaevusi (WMSD), parandada kobotite käitumist selle modulaarsuse tõttu ja parandada teadmisi konveieri põhimõtetest.

Koolituskursus peaks koosnema järgmistest moodulitest:

- 1 **Koostöörobotika põhitõed:** see hõlmab muu hulgas kõiki mehaanika, elektroonika, arvutiteaduse, tehisintellekti, juhtimistehnika ja füüsikaga seotud aspekte.
- 2 **Collaborative Robotics modulaarne disain ja käitumine:** see näitab koostöörobotika funktsioonide ja erinevate robotrakkude modulaarsuse ja ümberprogrammeeritavuse võimalusi
- 3 **Robotika koostöö ohutusnõuded:** see hõlmab kõiki suhtelisi aspekte, mis on seotud ohutu füüsilise inimese ja roboti interaktsiooniga kooskõlas ISO 15066 nõuetega.
- 4 **Koostöörobotika paigaldamine koosteliinile:** see tutvustab õppijatele mõningaid koosteliini ja tootmispõhimõtteid, mida tuleb enne koostöörobotika installimist arvesse võtta, et seda maksimaalselt ära kasutada
- 5 **Robotika koostöö. Digitaalne inimudel, digitaalne inimese simulatsioon ja RULA meetod:** see moodul näitab, kuidas saab luua digitaalset inimudelit, et mõõta füüsilist inimese ja roboti interaktsiooni erinevate meetoditega.

Kursus on suunatud Euroopa Liidu tootmisettevõtetele, pöörates erilist tähelepanu sektoritele, kus töötajatel on rohkem korduvaid ülesandeid, raske koormusega mitteergonoomilistel ametikohtadel. Samuti on see adresseeritud personalijuhtidele, poliitikakujundajatele, kutsehariduse ja -koolituse pakkujatele, koolitusorganisatsioonidele ja koolitajatele ning robotikale spetsialiseerunud kõrgkoolidele, robotikapaigaldiste ja konveierite tasakaalu jaoks spetsiaalset tuge pakkuvatele konsultatsioonidele ning koostöörobotikast huvitatud üliõpilastele ja töötutele.



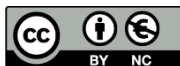
## JOINT CURRICULUM

### Moodul 1

|                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| <b>Koostöörobotika põhitõed</b> | <b>1 Ajalugu</b><br>1.1 Tööstusrevolutsioonid<br>1.2 Robotika algusest kuni tänapäevani<br>1.3 Robotika mõju tootmisprotsessile                           |   |
|                                 | <b>2 Koostöörobotite struktuur</b><br>2.1 Teljed<br>2.2 Koordinaatsüsteemid<br>2.3 Digitaalsed sisendid ja väljundid<br>2.4 Analoogsisendid ja -väljundid | <b>3 Koostöörobotite omadused</b><br>3.1 Kaal ja kandevõime<br>3.2 Ulatus<br>3.3 Täpsus ja korratavus<br>3.4 Kiirus ja kiirendus      |
|                                 | <b>4 Coboti esialgne konfiguratsioon</b><br>4.1 Installifailid<br>4.2 TCP (kogu keskpunkt)<br>4.3 Massikese<br>4.4 Piirangud                              | <b>5 põhilist programmeerimistehnikat</b><br>5.1 Programmi struktuur<br>5.2 I/O juhised<br>5.3 Liikumisjuhised<br>5.4 Juhtimisjuhised |

### Moodul 2

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Koostöö robotika modulaarne disain ja käitumine</b> | <b>1 Coboti riistvara</b><br>1.1 Roboti raamid, lingid ja liigendid<br>1.2 Cobot / Robot tehnilised võimalused. Ajamisüsteem<br>1.3 Cobot / Robot valiku põhimõtted  |   |
|  | <b>2 Cobot haardesüsteemi</b><br>2.1 Lõpp-tööriistade ehitus ja klassifikatsioon<br>2.2 Lõppefektorite kasutamine erinevates rakendustes<br>2.3 EOAT valik ja kasutamine ettevõttes  |   |
|  | <b>3 Andurirakendus ja AI robotikas</b><br>3.1 Andurite klassifikatsioon ja rakendused<br>3.2 Andurite kasutamise vajadused<br>3.3 Anduri teabe integreerimine koboti töösüklisse<br>3.4 AI tehnoloogiad protsesside täiustamiseks |   |
|  | <b>4 Tüüpilised kobotirakendused</b><br>4.1 Kokkupanek<br>4.2 Kvaliteedikontroll<br>4.3 CNC masina hooldus<br>4.4 töötlemine<br>4.5 Kaubaalustele paigutamine  | <b>5 Riskianalüüs ja tasuvusanalüüs</b><br>5.1 Riskianalüüs<br>5.2 Tasuvusanalüüs |



## Moodul 3

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Koostöörobotika<br/>ohutusnõuded</b> | <b>1 Standardid</b>   |  |
|   | 1.1 DIN EN ISO 12100 standardid                             |  |
|   | 1.2 ISO/TS 15066 standardid                                 |  |
|   | 1.3 Nende piirangud nende rakendamisel                      |  |
|   | 1.4 Tähelepanupunktid kobotite rakendamisel tootmisliinidel |  |
|   | <b>2 Biomehaanilised piirangud</b>                          | <b>3 CE-vastavus ja riskihindamine</b>     |
|   | 2.1 Biomehaaniliste piiride määratlus                       | 3.1 Riskianalüüsi määratlus                |
|   | 2.2 Biomehaaniliste piiride mõõtmise tüübid                 | 3.2 Riskianalüüsi viisid                   |
|   | <b>4 Turvakambri planeerimine</b>                           | <b>5 Ohutustehnoloogiad</b>                |
|   | 4.1 Ohutu raku põhimõtted                                   | 5.1 Ohutusandurite tüübid ja nende tööviis |
|   | 4.2 Projekteerimise alused                                  | 5.1.1 Valgustõkked                         |
|   | 4.3 Projektijuhtimise alused                                | 5.1.2 Valgusvõrgud                         |
|   | 4.4 CAD mudelid   | 5.1.3 Optilised süsteemid                  |
|   | 4.5 Vajab ohutu raku juurutamist                            | 5.1.4 Muud                                 |
|   | 4.6 Ohutute haaramissõrmede disain                          |  |



## Moodul 4

**Koostööl  
põhinev  
robotika  
paigaldamine  
koosteliinile****1 Integratsiooniprojekti alused**

- 1.1 Integratsiooni üldine arusaam
- 1.2 Cobot integreerimise põhimõtted
- 1.3 Koboti integreerimise eelised
- 1.4 Peamised vead integratsiooniprotsessis

**2 Rakenduspõhimõtted ja töökoha paigutus**

- 2.1 Roboti rakendamise üldpõhimõtted
- 2.2 Rakendusprojekti põhietapid
- 2.3 Robotite töökoha kujundamise põhimõtted
- 2.4 Töökoha paigutus
- 2.5 Tööülesannete mõju töökoha kujundusele
- 2.6 Projektijuhtimise põhimõtted

**3 Coboti integreerimine koosteliinile ja konveieri tasakaalustamine**

- 3.1 Montaažisüsteem
- 3.2 Peamised sammud edukaks kobotite integreerimiseks
- 3.3 Integratsioonivahendid ja -meetodid
- 3.4 Koosteliini tasakaalustamise tähendus
  - 3.4.1. Taktiaja arvestus
  - 3.4.2. Liini tasakaalustamisega arvestatud definitsioone
- 3.5. Koosteliini tasakaalustamise põhimõtted ja mudelid

**4 Koosteliini konfigureerimine ja ümberseadistamine**

- 4.1. Inimese ja roboti koostöö
  - 4.1.1. Inimese ja roboti koostöö põhi
  - 4.1.2. Inimeste ja kobotite võimalused töökohal koos töötada
- 4.2. Koostöörobotid tootmisliinil
- 4.3. Konfigureerimise ja ümberseadistamise põhimõtted
  - 4.3.1 Süsteemi konfiguratsioon
  - 4.3.2 Riist- ja tarkvara konfiguratsioon

**5 Tootmine koosteliinil ja selle toimimine**

- 5.1. Tootmisprotsessid koosteliinil
- 5.2 Töökoha ja konveieri toimivus





## Moodul 5

**Robotika  
koostöö.  
Digitaalne  
inimudel,  
digitaalne  
inimese  
simulatsioon ja  
RULA meetod**

### **1 Robotika koostöö**

- 1.1 Robotika ühiste interaktsioonide määratlus
- 1.2 Massihävitusriskide ohud
- 1.3 Psühholoogiliste häirete riskid koostöörobotika kasutamisel

### **2 Digitaalne inimese simulatsioon ja RULA meetod**

- 2.1 Digitaalse inimmodeli, digitaalse inimese simulatsiooni ja RULA meetodi definitsioonid
- 2.2 Nende meetodite kasutamise põhjused
  - 2.2.1 suurem tootlikkus
  - 2.2.2 Töötajate parem heaolu
  - 2.2.3 Parema tööandja bränd
- 2.3 Nende meetodite mõõtmise viisid

### **3 Digitaalse inimese simulatsiooni ja RULA meetodi tulemuste analüüs**

- 3.1 Riski hindamine
- 3.2 Arvutage lahenduste rakendamiseks kõige tõhusam viis
- 3.3 Koostöörobotika kasutamisest tulenevate eeliste mõõtmine
- 3.4 Praeguse olukorra parandamise viisid

