Příloha č. 5

TECHNICKÁ SPECIFIKACE PŘEDMĚTU VEŘEJNÉ ZAKÁZKY

k nadlimitní veřejné zakázce na dodávky s názvem:

„VŠPJ - Dodávka výrobní linky - 2“

Výrobní linka

1 Popis

Výrobní linka bude složena z nezávislých modulů, osazených programovatelnými automaty (PLC) s vlastním zdrojem a bezpečnostním ovládáním elektrické energie (zapínání, bezpečnostní tlačítko nouzového stopu). Každé pracoviště (modul) bude schopno fungovat autonomně bez ostatních pracovišť, ale bude zároveň připraveno a nakonfigurováno pro spolupráci s ostatními pracovišti v této sestavě. Pořadí pracovišť v celém systému bude částečně zaměnitelné.

Jednotlivé moduly (pracoviště) budou na pojízdných robustních vozících a budou navzájem propojeny rozebíratelnými konektory na flexibilních přívodech. Transport palet s výrobky a polotovary bude ve všech modulech zajištěn dvěma paralelními dopravníky s pohybem ve dvou směrech, které budou dopravovat nosiče palet do dalších pracovních stanic (pracovních pozic).
Sestava bude obsahovat moduly lineárních dopravníků, které budou spojeny s jednoduchou výrobní operací (bude připravena možnost realizace dvou výukových pracovišť naproti sobě u jednoho modulu), dále modul s robotem a dále modul regálového skladu s polotovary a hotovými díly (skladové hospodářství s minimálně 30 pozicemi), který bude obsluhován tříosým lineárním manipulátorem pro zakládání palet.
Modul robota bude osazený průmyslovým robotem s minimálně šesti osami, který bude sloužit pro osazování součástí do výrobku. Bude vybaven průmyslovou kamerou a přípravkem pro optickou kontrolu montážní operace. Na ramenu robota bude zařízení umožňující automatickou výměnu chapadel (minimálně tři různá chapadla).
Každý paleta bude vybavena RFID štítkem pro uložení informace o parametrech výrobku, který paleta ponese. Řízení dopravy jednotlivých palet s výrobky do jednotlivých pracovních stanic bude realizováno na základě technologie RFID. Stanice provádějící jednotlivé operace budou reagovat na data z RFID a podle nich vykonají příslušnou výrobní operaci.
Součástí systému bude tříosá CNC frézka zajištující výrobu polotovarů pro další zpracování na výrobní lince. Zakládání a vyjmutí obráběného materiálu bude zajištěno pomocí průmyslového šestiosého robotu. Robot bude hotové kusy skládat do připravených boxů. Naplněné boxy se budou automaticky odvážet do skladu nebo na pracoviště ruční kompletace za pomocí mobilního robota
Mobilní robot bude vybaven 3D scannerem za pomocí kterého bude schopen samostatného pohybu v prostoru bez kolizí s okolními překážkami nebo osobami. Robot bude uzpůsoben k manipulaci s boxy, které bude převážet mezi stanicemi dle potřeby.
Součástí dodávky bude i sada dílů (polotovarů) určených pro montáž.
Zařízení musí být v maximální možné míře sestaveno z průmyslových komponent, aby byli studenti co nejlépe připraveni na práci v moderních výrobních provozech navržených podle konceptu Industry 4.0.
Součástí dodávky zařízení jsou dále zpracované podklady pro výuku studentů (včetně praktických úloh s využitím dodávaného zařízení) v následujících okruzích:
Identifikace výrobků, programovatelné automaty PLC, Průmyslová robotika, systémy operativního řízení výroby (MES), HMI, Inteligentní údržba.

2 Součásti linky

2.1 Obecný popis

a) **Modul dopravníku** – lineární, 3 ks

Modul bude obsahovat minimálně dva paralelně umístěné lineární dopravníkové pásy. Každý dopravníkový pás bude mít vlastní řídící panel. Každý z obou dopravníků bude řízen svým vlastním PLC. Ovládání obou dopravníků bude vzájemně nezávislé. Modul bude umožňovat umístění minimálně dvou aplikačních - výrobních modulů, jednoho modulu ke každému dopravníku.

- Každý z dopravníků bude řízen/ovládán svým vlastním PLC a bude mít svůj vlastní ovládací pult.
- Požadovaná šířka dopravníku: minimálně 200 mm.
- Požadovaná délka dopravníku: 1000 až 1600 mm.
- Na modul budou umístitelné aplikační moduly, ke každému dopravníku nebo na každý dopravník bude možné osadit alespoň jeden aplikační modul.
- Modul bude umožňovat řízení nebo ovládání aplikačního modulu pomocí PLC toho dopravníku, u kterého či na kterém bude daný aplikační modul osazen.
- Polotovary a produkty budou dopravovány v horizontálním směru.
- Dopravníky budou umístěny paralelně, protiběžně.
- Senzory pro detekci polohy palety budou na obou koncích dopravníku a v pracovní pozici.
- Řízená zarážka pro zastavení palety v pracovní pozici.
- Senzory pro čtení RFID kódů.
- Obousměrný pohon dopravníku řízený regulátorem.
- Elektronické sledování pohybu dopravníku.
- Rozhraní pro komunikaci s předchozím a následujícím modulem.
- Rozhraní pro komunikaci s připojeným pracovištěm dle standardu IEEE488.

b) **Modul víceúrovňového skladu**, 1 ks

Modul skladu bude mít kapacitu pro uložení minimálně 30 palet s výrobky. Pro manipulaci palet do vybrané skladovací pozice a pro jejich vyskladňování v modulu bude obsahovat kartézský tříosý lineární manipulátor.

- Modul regálového skladu bude řízen svým vlastním PLC.
- Modul bude vybaven pravoúhlým kartézským tříosým lineárním manipulátorem.
- Pro možnost spojení modulů do výrobní linky bude modul regálového skladu vybaven lineárními dopravníky stejných parametrů jako modul lineárních dopravníků (délka dopravníků nemusí být shodná s délkou dopravníků modulu lineárních dopravníků), vzdálenost mezi oběma dopravníky musí být shodná jako vzdálenost mezi dopravníky na modulu lineárních dopravníků.
- Lineární dopravníky budou ovládatelné prostřednictvím PLC, který bude ovládat kartézský tříosý lineární manipulátor, dopravníky nemusí mít samostatná PLC.
- Minimální počet pozic pro skladování výrobků a polotovarů je 30.
- Velikost skladových pozic musí umožnit uložení největšího zkompletovaného výrobku včetně palety.
- Kartézský tříosý lineární manipulátor bude přenášet výrobky a polotovary (i včetně palety, na které budou výrobky a polotovary umístěny) mezi dopravníkem a skladovou pozicí, mezi skladovými pozicemi a mezi jednotlivými dopravníky.

c) **Modul s montážním robotem**, 1 ks

Modul bude obsahovat šestiosého průmyslového robota. Robot bude vybaven automatickou výměnou chapadel. Modul bude obsahovat kamerový systém pro rozpoznání výrobku a jeho orientace.

- Robot bude mít alespoň šest stupňů volnosti.
- Typ konstrukce robota bude robotické rameno s pevnou základnou.
- Robot bude splňovat stupeň krytí minimálně IP 67.
- Akční rádius robota bude alespoň 500 mm.

- Opakovatelnost polohování bude s přesností do +/- 0,05 mm.
- Nosnost robota alespoň 1,5 kg.
- Robot bude programovatelný pomocí software definovaného v této technické specifikace.
- Robot bude vybaven vlastním kontrolérem, teachboxem a celé robotické pracoviště potom programovatelným automatem PLC.
- Kontrolér bude vybaven Ethernetovým rozhraním pro komunikaci s dalšími prvky systému.
- Pro možnost spojení modulů do výrobní linky bude modul s robotem vybaven lineárními dopravníky stejných parametrů jako modul lineárních dopravníků (délka dopravníků nemusí být shodná s délkou dopravníků modulu lineárních dopravníků), vzdálenost mezi oběma dopravníky musí být shodná jako vzdálenost mezi dopravníky na modulu lineárních dopravníků.
- Lineární dopravníky budou ovládatelné prostřednictvím PLC, které bude ovládat průmyslového robota, dopravníky nemusí mít samostatná PLC (modul s robotem je řízen jedním PLC).
- Robot bude vybaven kamerou a stolkem pro optickou kontrolu.
- Robot bude vybaven zařízením pro automatickou výměnu chapadel.
- Budou dodána alespoň tři různá vyměnitelná chapadla.
- Výměna chapadla musí být bez manuálního zásahu obsluhy.

d) **Aplikační modul zásobníku**, 2 ks

Aplikační modul bude umožňovat umístění zásob montážních dílů do vertikálního sloupce, odkud budou přenášeny po jednotlivých dílech na paletu. Aplikační modul bude umístitelný na modul lineárních dopravníků.

- Gravitační zásobník s kapacitou nejméně 10 ks polotovaru.
- Pneumatický dávkovač/separátor polotovarů - (přední nebo zadní kryt výrobku).
- Vkládání polotovaru na paletu.
- Aplikační modul musí být schopen komunikovat/předávat signály s PLC ovládajícím lineární dopravník ke kterému/na který bude umístěn.

e) **Aplikační modul pneumatického lisu s fluidním svalem**, 1ks

Aplikační modul bude spojovat přední a zadní část výrobku do jednoho celku pomocí technologické operace lisování. Aplikační modul bude umožňovat regulaci lisovací síly. Aplikační modul bude umístitelný na modul lineárních dopravníků.

- Jeden nebo více paralelních fluidních svalů jako zdroj lisovací síly.
- Analogové měření okamžité lisovací síly s vizualizací.
- Samostatný průmyslový regulátor.
- Možnost plynulé regulace lisovací síly, rychlosti a zdvihu manuálně i elektronicky.
- Aplikační modul musí být schopen komunikovat/předávat signály s PLC ovládajícím lineární dopravník ke kterému/na který bude umístěn.

f) **Modul dopravníku – výhybka**, 1 ks

Modul bude obsahovat minimálně tři lineární dopravníkové pásy. Modul bude sloužit k zajištění plynulé výroby. V případě potřeby se výrobek odkloní na třetí dopravník.

g) **Aplikační modul ohřívacího tunelu**, 1 ks

Aplikační modul bude simulovat zapékání slisovaného pouzdra výrobku pomocí technologické operace ohřívání včetně sledování teploty v tunelu. Aplikační modul bude umístitelný na modul lineárního dopravníku

- Nastavitelný topný výkon: 0 až 1000 W, musí být možné nastavit alespoň dva různé nenulové topné výkony.
- Aplikační modul musí umožnit ohřátí výrobku nebo polotovaru až na alespoň 70 °C.

- Bezpečnostní vypnutí ohřívání při 90 °C.
- Modul musí umožňovat měření aktuální teploty.
- Aplikační modul musí být schopen komunikovat (předávat signály) s PLC ovládajícím lineární dopravník, ke kterému/na který bude umístěn.

h) **Aplikační modul vrtání**, 1 ks

Aplikační modul bude simulovat technologickou operaci víceosého vrtání otvorů do tělesa výrobku nebo jeho polotovarů. Aplikační modul bude vybaven vlastním PLC. Aplikační modul bude umístitelný na modul lineárního dopravníku.

- Počet vřeten alespoň 2.
- Posuv vřeten řízený alespoň ve dvou osách – ve svislé a ve vodorovné kolmo k pohybu dopravníku. Posuv obou vřeten může být spřažený.
- Aplikační modul musí být vybaven samostatným průmyslovým řídicím systémem schopným pracovat v režimu nezávislého provozu, v režimu hybridního provozu s nadřízeným řídicím systémem (PLC základního modulu) a v režimu přímého ovládání z PLC základního modulu.
- Aplikační modul bude vybaven webovým rozhraním pro sledování stavu systému a vzdálenou správu.

i) **Aplikační modul otáčení**, 1 ks

Aplikační modul bude sloužit k otáčení modelů v případě potřeby. Aplikační modul bude umístitelný na modul lineárního dopravníku.

j) **Aplikační modul kamerové inspekce**, 1 ks

Aplikační modul bude sloužit k vizuální kontrole modelu. Aplikační modul bude umístitelný na modul lineárního dopravníku.

k) **Mobilní robot**, 3ks

Mobilní robot bude sloužit k převozu boxů mezi jednotlivými moduly. Robot bude vybaven vhodným nástrojem k manipulaci a 3D scannerem pro orientaci a samostatný pohyb v prostoru.

- Autonomní pohyb v prostoru všemi směry
- Real-time mapování prostoru za pomoci 3D scaneru do vzdálenosti minimálně 25m
- Zorný úhel minimálně 250 stupňů
- Nosnost 25kg
- Minimální doba provozu na baterii 3,5h
- Integrovaný řídící počítač s minimální konfigurací
    - dvou jádrový procesor 2,3Ghz
    - operační paměť 8 GB
    - SSD pevný disk 60 GB
- Bezpečnostní stop tlačítko
- Manipulátor uzpůsobený pro převoz boxů

l) **Modul Automatického skladu**, 1 ks

Modul skladu bude mít kapacitu pro uložení minimálně 18 boxů s náhradními díly nebo hotovými produkty. Pro manipulaci s boxy do vybrané skladovací pozice a pro jejich vyskladňování bude modul obsahovat kartézský manipulátor. Modul bude uzpůsoben pro kooperaci s mobilním robotem.

m) **Modul CNC frézování**, 1ks

Modul bude obsahovat 3osou CNC frézku pro výrobu polotovarů modelů potřebných při výrobě. Modul bude doplněn o šestiosého průmyslového robota pro automatickou manipulaci s obrobky. Součástí modulu bude dopravníkový modul pro posun boxů, který bude uzpůsoben pro kooperaci s mobilním robotem.

- Minimální pracovní plocha X/Y/Z: 190/140/240mm
- Minimální počet otáček za minutu: 150 - 4000
- Automatické dveře a svěrák
- Komunikační rozhraní pro spolupráci s průmyslovým robotem pomocí 24V logiky
- Set obráběcích nástrojů

n) **Modul ruční kompletace**, 1ks
Modul bude vybaven paralelním dopravníkem pro posun boxů. Modul bude obsahovat PLC automat a informační panel, pro zobrazení pokynů obsluze a následnou ruční kompletaci. Modul bude uzpůsoben pro kooperaci s mobilním robotem.

o) **Manipulační modul**, 1ks
Modul bude obsahovat minimálně 2 dopravníky pro boxy. Dále bude obsahovat manipulátor pro sbírání modelů z modulu dopravníku – výhybka a skládání do boxů nebo pro vykládání modelů z boxů a pokládání na dopravníkový pás. Modul bude uzpůsoben pro kooperaci s mobilním robotem.

2.2 Doplňky

2.2.1 Vstupní materiály a jiné polotovary pro manipulaci

a) Nosič palet (vozík) s RFID tagem, minimálně 30ks
Každý paletový vozík bude vybaven RFID štítkem pro uložení informace o parametrech výrobku a uživatelsky na indukčním principu s délkou alespoň 4 bity. Řízení dopravy jednotlivých paletek s výrobky do jednotlivých pracovních stanic bude
b) Paleta, minimálně 30ks
c) Model – spodní díl, minimálně 30ks
d) Model – vrchní díl, minimálně 30ks
e) Model – základní deska, minimálně 30ks
f) Model – element osazovaný na základní desku, minimálně 30ks
g) Boxy s RFID tagem, minimálně 18ks

2.2.2 Další doplňky

a) Nezbytná kabeláž k propojení modulů
b) Napájecí kabel
c) Mobilní stůl pod PC, 2ks

2.2.3 S výrobní linkou bude dodán počítač PC, počítač bude vybaven

a) Software MES, 1 ks. MES musí mit aspoň základní funkcionality Industry 4.0. Zejména komunikační rozhraní OPC UA a popis aplikace v jazyku UML. Musí respektovat standardy IEC 62264/ IEC 61512 a IEC 62890 a IEC 62541. Musí vycházet z modelu RAMI 4.0 a Industry 4.0 Component Model.
b) Alespoň 18 licencí speciálního software pro vytváření, programování a používání 3D simulačních modelů pro manipulační techniku, který umožňuje vytváření a spouštění 3D real-timových simulací, 3D modelování, musí importovat z formátu IGES, STEP, STL a VRML, musí exportovat do formátů DXF, STEP, STL a VRLM a bude kompatibilní s robotem použitým v modulu – bude možné jej ovládat, programovat, zobrazovat. Bude možné programovat z něj nejrozšířenější roboty, a proto bude obsahovat programovací jazyky IRL, MRL, MELFA BASIC, KRL ABB RAPID a V+. Dále musí komunikovat pomocí standardu OPC UA. Musí obsahovat možnost vložení 3D modelu lidské obsluhy s minimálně 25 stupni volnosti. V manuálním režimu bude umožňovat krokování.

c) Demonstrační konfigurace umožňující provoz celé linky jako celku a demonstrující její možnosti.
d) Software pro programování PLC automatů
e) Řídící software pro CNC stroje (CAM, WinNC,..)
f) Řídící software pro mobilní roboty
g) Výukové materiály pro studenty i učitele v rozsahu nejméně 50 hodin výkladu učitele a 100 hodin cvičení studenta. Jedná se například o přednáškové prezentace ve formátu kompatibilním s MS PowerPoint, pracovní sešity, úkoly k samostatnému vypracování a zdrojové kódy úloh pro studenty včetně odpovídajících řešení pro učitele, online nebo offline elektronické výukové moduly, instruktážní videa, zkušební testy včetně řešení a elektronické studijní texty.
h) Zdrojové kódy a aplikační rozhraní, umožňující uživatelskou modifikaci a rozšiřování stávajících funkčností všech částí systému (konfigurace, výroba, interní komunikace, vizualizace, analýzy, externí propojitelnost).

2.3 Minimální technické parametry

a) Nominální napájecí napětí: 3fázové ~ 400 V (sdružené napětí) a 1fázové ~ 230 V, 50 Hz.
b) Provozní tlak pro pneumatickou část: 6-8 bar.
c) Standardizované rozměry pneumatických přípojů: primárně 6 mm, případně 8 nebo 10 mm.
d) Každý modul s výjimkou aplikačních modulů bude vybaven vlastním interním zdrojem provozního stejnosměrného napětí 24 V a interface pro síťovou komunikaci pomocí Ethernetu.
e) Komunikační a databázová řešení kompatibilní s produkty společnosti Microsoft.
f) Každý modul bude schopen pracovat autonomně.
g) Všechny moduly budou propojitelné do výrobní linky, pořadí modulů (pracovišť) v rámci výrobní linky musí být zaměnitelné.
h) Aplikační moduly budou umístitelné ke kterémukoliv/na kterýkoliv z obou dopravníků.
i) Moduly (s výjimkou aplikačních modulů) budou vybaveny kolečky umožňující přemístění modulu bez nutnosti použít jakýkoliv pomocný nástroj.
j) Moduly (s výjimkou aplikačních modulů) budou vybaveny snímači RFID kódů.
k) Zařízení musí být v maximální možné míře sestaveno z průmyslových komponentů a tedy schopné provozu 16 hodin denně po dobu min. 5-ti let. Zařízení musí být dimenzováno na manipulaci/montáž dílů o hmotnosti min. 1 kg.

2.4 Bezpečnostní požadavky:

- Pracoviště bude obsahovat mechanickou ochranu elektrických částí proti doteku a mechanických pohyblivých částí (modul skladového hospodářství a modul manipulačního robotu).
- Bezpečnostní kryty zařízení (včetně elektroinstalačních) budou z výukových důvodů průhledné (nebude-li to v rozporu s požadavky na bezpečnost). Otevření bude možné pouze s využitím bezpečnostního klíče.
- Zařízení musí splňovat takové bezpečnostní normy a parametry, aby umožňovalo práci studentů pouze s poučením o bezpečnosti práce, ale nevyžadovalo splnění specifických podmínek podle vyhlášky č. 50/1978 Sb.
- Zařízení splňuje bezpečnostní normy dle CE, podle evropské směrnice 2006/42/ES.

2.5 Záruční podmínky

Na veškeré komponenty bude poskytnuta záruční lhůta minimálně 36 měsíců.

2.6 Pozáruční podmínky

Bezplatný preventivní servis v délce 5 let (servisní kontrola 1 x ročně v místě odběratele) a drobné opotřebitelné a náhradní díly dle potřeby (v objemu max. 150.000,- Kč za dobu 5 let od dodání).

2.7 Uvedení do provozu a zaškolení

Montáž a zaškolení pověřených osob zadavatele (VŠPJ) bude provedeno na místě určeném zadavatelem minimální délce 10 dnů (80 hodin).