

Technický popis
SmartFactory – Testbed Průmysl 4.0 CPIT TL3

Obsah

1. Testbed pro demonstraci principů Průmyslu 4.0	4
1.1 Klíčové funkce SmartFactory	5
1.2 Další aspekty díla.....	6
1.3 Legislativní požadavky	8
2. Popis technických požadavků SmartFactory.....	11
2.1 Základní popis a situační schéma	11
2.2 Specifikace koncepce SmartFactory	12
2.3 Příklad produktové základny a operační spolupráce SmartFactory.....	13
2.3.1 Kontejner produktových dílů.....	14
2.4 Vrstvy řídicího a informačního systému.....	15
2.4.1 Vrstvy výrobního systému.....	15
2.4.2 Subsystémy výrobního systému	16
2.4.3 Požadavky na řídicí systém	17
2.4.4 Požadavky na komunikační systémy.....	18
2.4.5 Požadavky na HMI/SCADA	18
2.4.6 Požadavky na MES.....	18
2.4.7 Požadavky na informační vrstvu a databázový systém	19
2.5 Konstrukční aspekty SmartFactory.....	19
3. Produkční systém SmartFactory a dílčí subsystémy.....	23
3.1 Sklad	23
3.2 Robotický subsystém	26
3.2.1 Robotické buňky č. 1, č. 2, č. 3	27
3.2.2 Robotická buňka č. 3 – příprava automatické výměny nástroje.....	28
3.3 Manipulátor a lineární pojezdová základna	28
3.4 Dopravníkový systém	29
3.5 Pracoviště manuální montáže č. 1, č. 2 a č. 3	31
3.5.1 Pracoviště manuální montáže č. 1	31
3.5.2 Pracoviště manuální montáže č. 2	31
3.5.3 Pracoviště manuální montáže č. 3	32
3.6 Stanice inspekční kontroly.....	32
3.7 Mobilní robotická jednotka.....	32

3.8 Subsystem 3D tisku	33
Přílohy	33

Seznam obrázků

Obr. 1 – Projekt stavby a umístění SmartFactory v Testbed Průmyslu 4.0.....	12
Obr. 2 – Virtuální obraz SmartFactory	13
Obr. 3 – Příklad typu produktu Laserové ukazovátka	13
Obr. 4 – Příklad typu produktu Meteostanice.....	14
Obr. 5 – Příklad typu produktu Domek	14
Obr. 6 – Příklad kontejneru produktových dílů.....	15
Obr. 7 – Hierarchie řídicích a informačních vrstev	16
Obr. 8 – Požadovaná architektura řídicích a informačních systémů	17
Obr. 9 – Příkladová topologie specifikace výrobního systému	19
Obr. 10 – Blokové schéma výrobní technologie vč. příkladu aditivních systémů	23
Obr. 11 – Principiální provedení skladu	24
Obr. 12 – Rastr zakládacích míst skladového hospodářství	25
Obr. 13 – Principiální blokové schéma topologie skladu	25
Obr. 14 – Principiální blokové schéma topologie skladu	26
Obr. 15 – Příklad manipul. produktového kontejneru k zadní části skladu, zpětné naskladnění	28
Obr. 16 – Příklad řešení osazení ramene manipulátoru na lineární pojezdovou základnu.....	29
Obr. 17 – Blokové schéma dopravníku vč. trajektorií mobilního robotické jednotky	30
Obr. 18 – Blokové schéma směrové orientace dopravníku a brzdných segmentů	30

1. Testbed pro demonstraci principů Průmyslu 4.0

Tento dokument obsahuje technický popis požadavků na konstrukci a funkci Testbedu pro demonstraci principů Průmyslu 4.0, dále v textu označovaného pojmem SmartFactory.

SmartFactory bude součástí budované laboratorní infrastruktury označované jako CPIT TL3. Tato infrastruktura je budována v rámci projektu „Platforma nových technologií FEI CPIT TL3“, CZ.02.2.67/0.0/0.0/16_016/0002467, podpořené programem Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání, číslo výzvy: 02_16_016, název výzvy: Výzva č. 02_16_016 pro ERDF pro vysoké školy v prioritní ose 2 OP.

SmartFactory bude využíváno zejména v novém Mgr. studijním programu Počítačové systémy pro průmysl 21. století, ale také ve stávajících studijních programech akreditovaných na VŠB-TU Ostrava.

Základem SmartFactory je montážní linka pro automatickou a manuální montáž výrobků. Návrh, konstrukce, dodání a uvedení do provozu uvedené linky je předmětem zakázky.

Cílem linky je demonstrace základních principů konceptu průmysl 4.0 a to zejména:

- Interoperabilita – schopnost kyber-fyzických systémů komunikovat mezi sebou prostřednictvím informačních systémů.
- Virtualizace – virtuální kopie SmartFactory propojující data ze senzorů s virtuálními a simulačními modely továrny.
- Decentralizace – schopnost kyber-fyzického systému jednat v rámci SmartFactory autonomně.
- Práce v reálném čase – schopnost analyzovat v reálném čase získávaná data a zasahovat v reálném čase do výrobního procesu.
- Orientace na služby – kyber-fyzikální systémy nabízejí a poskytují služby vyráběným produktům či obsluze.
- Modularita – schopnost adaptace SmartFactory na změnu.

Koncept vyžaduje jiný pohled na výrobek, než je v současné době běžné. Výrobek, který obsahuje dynamickou paměť se schopností komunikovat, prochází výrobním procesem jako informační kontejner. Informace v tomto kontejneru doprovází tento výrobek po celý jeho životní cyklus. Výrobek se mění v agenta ovlivňujícího své okolí. Výrobek má schopnost monitorovat svůj stav a stav svého okolí.

Zhotovitel SmartFactory musí přistoupit k návrhu s ohledem na uvedené principy, musí volit inovativní řešení a nejnovější technologie. Důraz musí být kladem na snadnou dostupnost a archivaci veškerých výrobních, provozních a diagnostických dat. Veškeré výrobní operace provedené subsystémy na montážní lince musí být archivovány a zpětně dohledatelné.

1.1 Klíčové funkce SmartFactory

SmartFactory musí zajišťovat následující základní funkce. Jednotlivé funkce jsou dále upřesněny v popisu jednotlivých subsystémů:

- Produkční systém bude provádět jak automatickou, tak manuální montáž výrobků.
- Výrobek bude tvořen dílky stavebnice lego, dílky vytvořenými na 3D tiskárně a elektronickými komponentami.
- Konfigurace výrobku a způsob jeho výroby bude zvolena na začátku výrobního cyklu pomocí grafického uživatelského rozhraní na operátorském panelu a na mobilním zařízení typu tablet („konfigurace produktu“).
- Na začátku cyklu montáže nového výrobku bude ze skladu vyskladněn a připraven prázdný produktový kontejner.
- Na základě konfigurace produktu manipulátor vyskladní ze skladu všechny díly zvoleného produktu včetně elektronického obvodu a naloží je do produktového kontejneru.
- Bude provedena kontrola, že kontejner obsahuje všechny požadované díly (každý díl je označen identifikátorem - QR kódem) a připravená sada /kontejner bude umístěn na platformu dopravníkového systému.
- Stavební lego základna pro výrobek bude rovněž připravena a vyskladňována ze skladu. Každá lego základna bude obsahovat paměťový identifikátor (RFID), který ponese všechny informace o jednotlivých dílech produktu a všech operacích, které na něm mají být realizovány.
- Stavební lego základna výrobku bude ze skladu vyskladněna a umístěna do základního lůžka dopravní platformy dopravníkového systému.
- Manipulátor dopraví produktový kontejner na požadované montážní pracoviště.
- Řídicí systém ověří, které z pracovišť má volnou výrobní kapacitu a tomuto pracovišti přidělí zpracování zakázky, tzn., dopraví produktový kontejner s díly a spustí sadu operací.
- Zvolené pracoviště provede montáž produktu.
- Proces montáže bude založen na strojovém vidění a navádění robota kamerou. Úchopy produktových dílů a montáž stavby budou realizovány pomocí navádění kamerou, tj. kamera provede rozlišení daného dílu, předá povel řízení robotu pro úchop a následně provede montážní operaci po definované trajektorii, která umístí díl do stavby a bude dále pokračovat, dokud nebude výrobek finalizován.
- Výrobní systém bude schopen realizace montáže v paralelním procesu výroby, tzn. robotické buňky budou schopny vyrábět „svůj“ definovaný výrobek nezávisle na sobě.
- Následovat bude testování správnosti výrobku a funkčnosti výrobku na testovacím pracovišti. Testovací pracoviště není součástí dodávky, nicméně koncept SmartFactory musí být připraven pro jednoduchou instalaci testovacího pracoviště dodaného třetí stranou a pro jeho připojení do řídicího systému.
- Po otestování je výrobek připraven k předání na definovaném předávacím místě.

- Systém bude umožňovat volbu odběru hotového výrobku na předávacím místě nebo zahájí operace demontáže výrobku a naskladnění dílů zpět do skladu.
- Demontáž proběhne na robotických pracovištích č. 1, č. 2, č. 3 případně ve spolupráci ramen robotických buněk a robotu manipulátoru.
- Demontované díly budou pomocí mobilní robotické jednotky dopraveny v produktovém kontejneru do skladového prostoru a zpětně naskladněny.
- Veškeré díly včetně stavební lego základny budou zpětně umístěny ve skladu.
- Kompletní vedení skladového hospodářství bude realizováno MES systémem.
- Pokud bude v úvodní konfiguraci zvolen typ manuální montáže, kontejnery s vychystanými produktovými díly budou dopraveny na zvolené pracoviště manuální montáže, kde bude provedena montáž operátorem.
- Následuje doprava výrobku na testovací pracoviště správnosti a funkčnosti výrobku.
- Po otestování je výrobek připraven k předání na předávacím místě, nebo zahájí operace demontáže výrobku a naskladnění dílů zpět do skladu.
- Řídicí a informační systém bude archivovat veškeré výrobní informace produktu v databázovém úložišti a bude schopen je dále poskytovat ke zpracování do vyšších informačních vrstev.
- Systém bude provozován v nepřetržitém provozu, automatický režim výrobních operací bude spuštěn minimálně 24x za den.
- Systém bude provozován v uzavřeném cyklu bezobslužně tzn. bez nároků na přítomnost a zásahy obsluhy.
- Automatická montáž výrobku v tzv. módu „demonstračním“ bude probíhat v automaticky spouštěném pravidelném cyklu, bude zcela nezávislá na přítomnosti obsluhy a tento mód bude volitelným režimem ovládacího systému.
- Výrobní takt automatické montáže nebude přesahovat 5 minut (čas od zadání požadavku na výrobu po doručení finalizovaného a otestovaného výrobku na předávací pozici) a nebude přesahovat 10 minut (čas od zadání požadavku na výrobu po dokončení finalizovaného a otestovaného produktu vč. procesu demontáže a zpětného naskladnění dílů do skladu v případě volby uzavřeného cyklu s rozebráním produktu).
- Po zhotoviteli bude požadována integrace mobilních robotických jednotek, které dodá zadavatel.

1.2 Další aspekty díla

Zadavatel zhotoviteli jako součást technického popisu poskytuje virtuální návrh koncepce SmartFactory označovaný jako digitální dvojče a video-sekvence demonstrující provoz systému (Příloha 1.6). Tento virtuální model poslouží budoucímu zhotoviteli jako úvodní náhled produkční technologie a jeho cílem bude vytvořit ideovou představu budovaného produkčního systému.

Model byl vytvořen s danou mírou přesnosti a byl navržen v profesionálním SW v reálném kartézském souřadnicovém systému. Tento model digitálního dvojčete je komplexní a realistický jak z pohledu virtuálních obrazů produktů, tak z pohledu virtuálních obrazů procesů,

tj. realizovaných montážních operací, např. robotických trajektorií úchopu, manipulace, montáže apod. Hlavní účel tohoto digitálního dvojčete spočívá v poskytnutí ideové představy celé koncepce budovaného produkčního systému. Zhotovitel v rámci technického popisu a dostupného modelu získá ideovou představu a příklad postupu procesu integrace produkčního systému SmartFactory.

Hlavní prioritou SmartFactory je demonstrace nejnovějších technologií a principů Průmyslu 4.0. Dílo se musí vyznačovat vysokou technickou úrovní a funkční spolehlivostí. Velmi důležitým aspektem je propojení produkčního systému na vyšší informační vrstvy typu MES (Manufacturing Execution System), cloud IoT systémy pro sběr dat a práci s velkými daty. Zhotovitel zajistí řídicí a informační vrstvy do úrovně MES systému a rozhraní pro přenos dat do cloudové IoT vrstvy.

Zhotovitel je povinen budovat dílo podle standardních pravidel a postupů projektového managementu. **Postup bude zahrnovat průběžné konzultace v postupu prací a návrhu systému a ve fázi výstavby systému kontrolní dny s objednatelem na týdenní bázi tak, aby bylo zajištěno dodání díla v plném souladu s předloženou technickou specifikací a technologickou konfigurací, vč. plnění definovaných technických parametrů a kritérií.** Výsledné dílo bude objednatelem převzato jen a pouze v takové podobě, která bude plně odpovídat formě kompletního a funkčního celku, odladěného výrobního systému vč. aplikačního testu funkčního výrobního cyklu s fungující IT infrastrukturou a řídicím systémem s připojenými datovými uložišti a datovými toky.

Vyrobený produkt musí být vyroben a otestován vč. výstupního reportu o správnosti provedení a výsledné funkcionalitě. Hlavní náročnost díla spočívá v precizním zvládnutí implementovaných technologií, v návrhu vyspělého řízení a vzájemné funkční komunikaci všech technologií a nových metodik Průmyslu 4.0. Klíčovým prvkem takové koncepce bude demonstrace těchto přístupů. Další klíčovou vlastností systému je veškeré traceability, komplexní sběr a záznam dat, a to jak v úrovni provozních, výrobních a diagnostických vč. např. detailního záznamů o průběhu životního cyklu produktu, jeho výroby.

Dodaný výrobní systém musí být navržen a funkčně odladěn. Během průběžného vývoje bude harmonogram projektu procházet standardními projektovými fázemi, kontrol plnění milníků jednotlivých etap projektu vč. FAT testů (funkční aplikační testy u zhotovitele) a po zprovoznění na místě implementace kompletními SAT testy (kompletní testy u objednatele po instalaci systému). Součástí fáze uvedení do provozu bude požadováno realizovat zahořovací zkušební provoz v intervalu stanoveném na 12h bezporuchového provozu běžícího výrobního cyklu. Rozšířená lhůta pro zkušební provoz celé výrobní technologie je stanovena na 6 měsíců. Počet úspěšně dokončených výrobních cyklů za 1 den je stanoven na 20 produktů. Předpokladem je, že výrobní kapacita bude postupně navyšována a výrobní cyklus bude zkrácen na minimum. Předmětem testování a zkušební provozu bude také ověření veškeré funkcionality řídicích vrstev a nadřazených informačních systémů vč. databázových aplikací.

1.3 Legislativní požadavky

Dílo musí splňovat veškeré požadavky vyžadované platnou legislativou. Dílo musí být realizováno v souladu se zákonem 22/1997 Sb. v platném znění a dalšími souvisejícími předpisy, nařízeními vlády a českými technickými normami. Realizace díla bude probíhat v souladu a dle pokynů objednatele.

Projektová dokumentace bude zpracována samostatně pro jednotlivé inženýrské objekty a pro technologická zařízení do rozsahu dodavatelské (realizační) dokumentace. Realizační dokumentace objektů nebo zařízení je dokumentace zpracovávaná zhotovitelem, resp. její části, obsahující zejména dílenské a výrobní výkresy sloužící k realizaci objektů nebo zařízení.

Pro realizované řešení zhotovitel dodá kompletní výkresovou elektrickou i mechanickou dokumentaci v elektronické podobě. Pro návrh elektrické i mechanické dokumentace musí zhotovitel použít standardní CAD/CAE systémy. Součástí dokumentace strojírenských a elektro částí budou soubory v univerzálním STEP formátu + ve formátu CAD/CAE systému, ve kterém je dokumentace vytvořena. Kompletní dokumentace bude také ve formátu pdf.

Zadavatel hodlá využít dodanou projektovou dokumentaci k výuce studentů FEI. Cílem je praktické využití a demonstrace pečlivě zpracované dokumentace, která umožňuje studentům vysvětlit proces samotného vzniku a následné správy dokumentace dané robotizované linky a celkové technologie zakomponované v dané stavbě.

Dokumentace musí mimo požadavků na věcný obsah splňovat i požadavky, které jsou kladeny na její technické a grafické provedení a to především:

- Forma zpracování tak, aby bylo dokumentaci možné využít ve výuce FEI.
- Racionální archivace a snadná provozní manipulace.
- Opětovná reprodukovatelnost s možností jednoduchých úprav a doplnění.
- Použitelnost pro zpracování navazujících druhů dokumentace.
- Kvalitní grafické zpracování, jednotný styl, přehlednost a systematičnost.

Dodaná dokumentace bude obsahovat kompletní výkresovou dokumentaci a specifikace navržených experimentálních pracovišť s roboty, popis pracovišť a použitých periférií. Základní rozsah jednotlivých oborových částí dokumentace musí vždy minimálně obsahovat

- A Průvodní zpráva.
- B Souhrnná technická zpráva.
- C Situační výkresy.
- D Dokumentace technických a technologických zařízení.
- E Dokladová část.

Klíčové části dokumentace jsou:

- Přehledné dispoziční schéma technologie (rozmístění technologie, rozmístění jednotlivých rozváděčů, kabelové trasy, inženýrské sítě).
- Přehledné schéma vzájemných funkčních vazeb celé technologie.

- Posouzení rizik.
- Návrhy a ideová schémata zapojení systémů bezpečnostních obvodů.
- Schéma napojení technologie na dodávku elektrické energie.
- Jednopolová schémata.
- Obvodová elektrotechnická schémata.
- Další schémata (kinematická, hydraulická, pneumatická, energetická apod.).
- Návrhy rozváděčů – rozmístění komponentů v rozváděči.
- Výpisy specifikací – seznam materiálů (přístroje, motory, instrumentace apod.), seznam kabelů, seznam konektorů a svorkovnic, zapojovací schémata svorkovnic, přehledová schémata PLC karet, přehled proměnných PLC apod.
- Textová dokumentace – rozsah a formáty (textové dokumenty, seznamy, tabulky, výpočty apod.)
- Grafické dokumentace – rozsah a formáty (výkresy, schémata, vývojové diagramy, grafy, fotodokumentace, video, audio záznam apod.)
- Kompletní dokument management systém – provázanost všech dokumentů, propojení dokumentace s technologií.
- Dokumentace elektro, ŘS a MaR návrhu linky a souvisejících technologií.
- Dokumentace skutečného stavu (všechny výše uváděné dokumenty).

Součástí dodávky bude:

- Kompletní technická dokumentace strojní části SmartFactory ve formě 3D CAD modelů, zdrojových dat těchto modelů a příslušného popisu.
- Kompletní technická dokumentace.
- Veškerá technická elektro dokumentace SmartFactory zpracovaná ve vhodném inženýrském nástroji.
- Funkční analýza SmartFactory, která bude zpracovaná ve spolupráci se zadavatelem.
- Veškeré vytvořené programové vybavení a jeho zdrojové kódy. Veškerý programový kód bude důsledně komentovaný.

1.3.1 Bezpečnost, analýza a posouzení rizik

Velice důležité ze strany zhotovitele této výrobní linky bude v úvodu návrhu řešení zpracovat precizní analýzu rizik. V plném souladu s výstupy této analýzy speciálně bude návrh a realizace řešení zajišťující plnou funkční bezpečnost pro jednotlivé subsystémy SmartFactory. Vypracování detailní analýzy a posouzení rizik bude součástí projektové dokumentace. Z pohledu bezpečnosti musí být celé dílo (systém) realizováno v souladu s příslušnými zákony, nařízeními vlády a normativními předpisy. V této souvislosti je nutné také dodat veškeré dokumenty týkající se požadavků na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí. Kromě jiného je třeba zajistit tyto minimální bezpečnostní požadavky:

- hladina hluku v prostoru výrobní linky < 70 dB,
- bezpečnostní opatření, které přispívají k omezení výkonu a síly,

- kontrola kartézské rychlosti musí být prováděna pro pohyb manipulátoru po lineárním pojezdu i pro efekty 6-té osy všech ramen,
- systémy ochrany pomocí bezpečnostních zón kolem robotických ramen,
- systémy nouzového zastavení na ovládacích panelech robotických ramen,
- systémy detekce a zabránění (odvrácení) kolize,
- systémy a opatření k zajištění snížení rychlosti nebo bezpečné zastavení robota (Safety Limited Speed, Safe Speed Monitor, Safe Direction atd.)

2. Popis technických požadavků SmartFactory

2.1 Základní popis a situační schéma

Technický popis popisuje prvky produkčního systému SmartFactory a obsahuje návrh příkladové specifikace technologií a technických parametrů. Specifikace budou využívány zhotovitelem v rámci dodávky plnění veřejné zakázky, resp. projektu budovaného řešení SmartFactory.

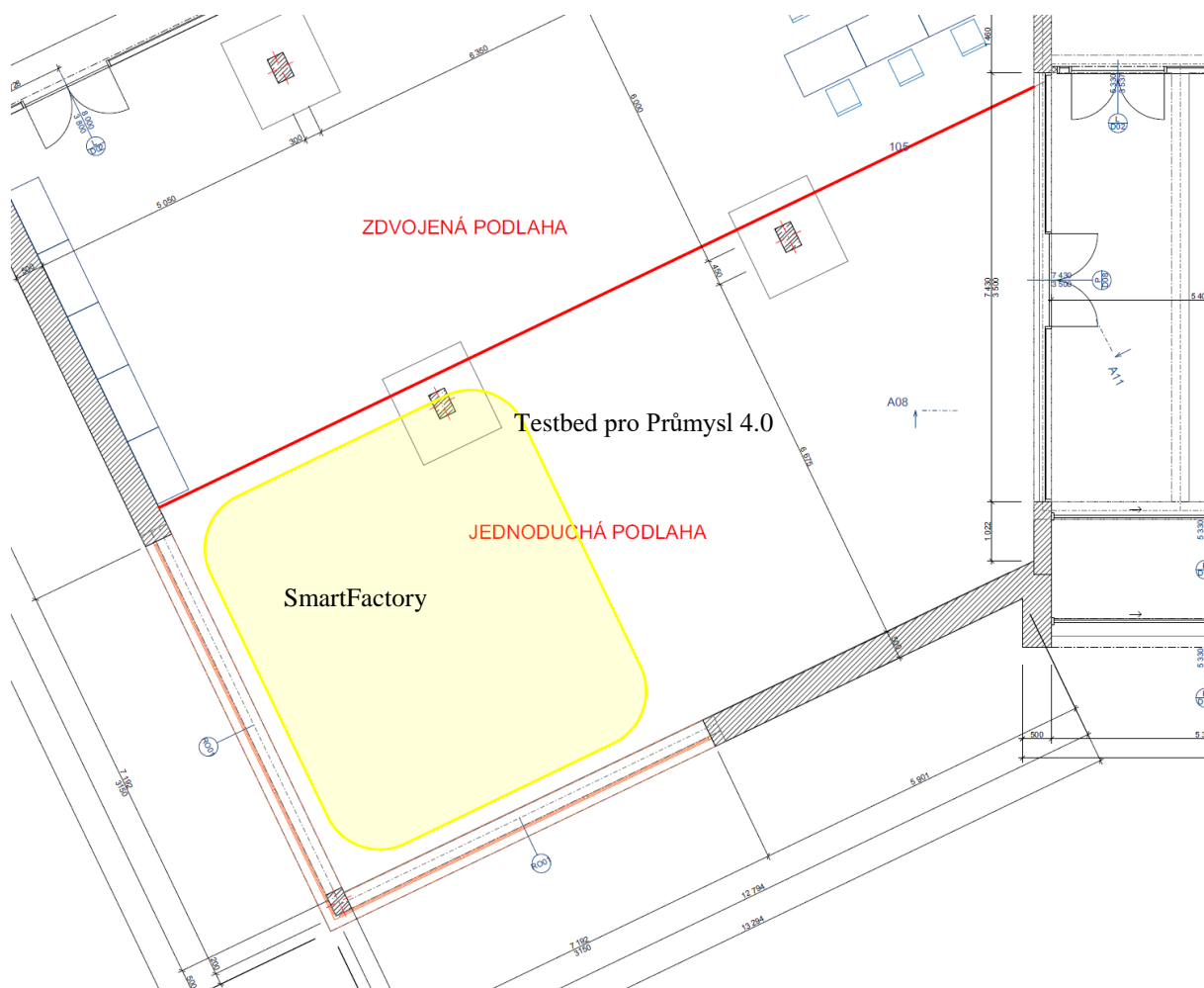
Co se strojního vybavení týče a implementovaných technologií, musí zhotovitel realizovat dílo tak, aby výsledný koncept umožnil aplikaci všech definovaných operací a funkcí vč. např. kolaborace robotických ramen na společném pracovním prostoru, nebo realizaci spoluprací s aditivními technologiemi např. 3D tiskem apod. Systém musí být vybaven a připraven k implementaci prvků rozšířené reality a technologiím asistované montáže. Musí zajistit budoucí flexibilitu systému tzn. např. možnost rozšířit budovaný koncept o další robotickou buňku nebo přeuspořádat pracoviště pro změnu sledu výrobních operací.

Je nutno dodržet splnění podmínky, kdy jednotlivé funkční celky na sebe navazují a plně spolupracují v napojení na řídicí systém, aplikační servery, centrální databázový systém a další softwarové prostředky vyšších řídicích a informačních vrstev. Bloky, funkcionality a SW platformy jsou podrobněji rozpracovány dále.

V rámci budovy je pro výrobní linku SmartFactory vymezen prostor cca 7200x7200 mm viz. Obr. 1 a situační výkresy v Příloze 1.5. Výrobní linka bude vyplňovat minimálně žlutě vyznačený prostor na Obr. 1, tj. prostor 7000x6000mm (včetně skladu a tras pro pohyb mobilní robotické jednotky). Výrobní linka bude situována a orientována směrem k rohu budovy, přičemž fasádní zdi budovy jsou v tomto úseku prosklené.

Testbed musí být navržen tak, aby bylo možné jej dopravit a nainstalovat do požadovaného prostoru při respektování všech stavebních omezení budovy:

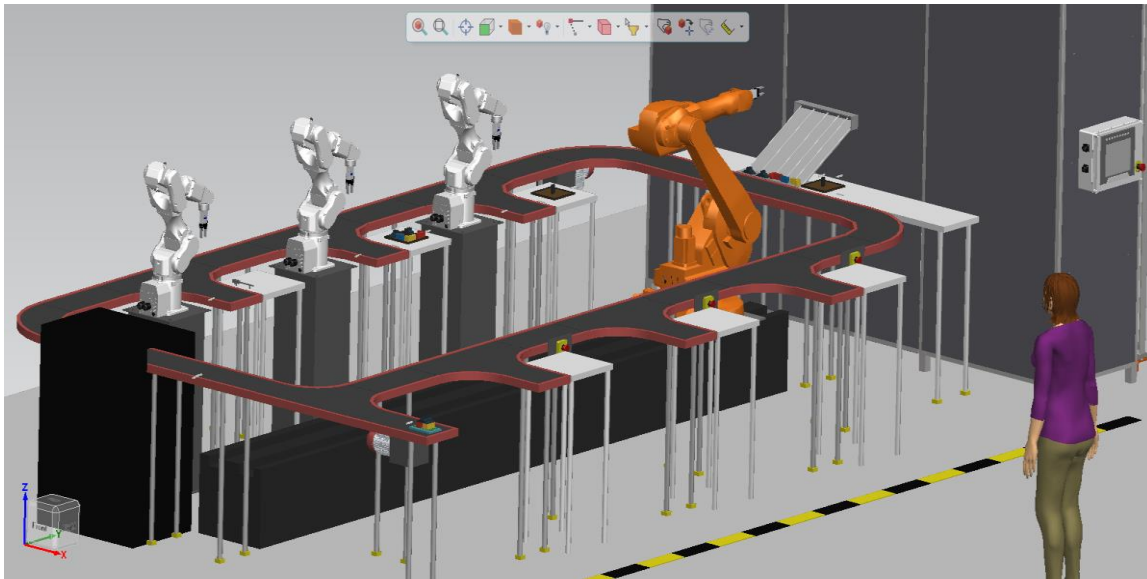
- Prostupy dveřmi pro dopravu zařízení na místo instalace – průchozí rozměry dveří jsou 1,6x2,5m
- Max. výška zařízení je 3,9 m (v prostoru samotné SmartFactory je výška stropu 4,4m ale v místě sloupů jsou hlavice se spodní hranou 4,05 m)
- Bus-bar rozvod pro napájení zařízení je umístěn ve výšce 4,05m
- Únosnost podlah – 500kg/m².
- Veškeré další informace – viz. Příloha 1.5. Při jakýchkoliv nejasnostech je nutné konzultovat s projektanty.



Obr. 1 – Projekt stavby a umístění SmartFactory v Testbed Průmyslu 4.0

2.2 Specifikace koncepce SmartFactory

Výrobní procesy, robotické a automatizované postupy použité ve výrobní lince jsou orientovány do oblasti kompozice a dekompozice výrobku, tj. implementace operací typu manuální úchop, manipulace a montáž jednotlivých dílů podle definovaného zadání a úvodní konfigurace výrobku. V konceptu jsou navrženy a použity vospělé přístupy robotiky, např. kamerového navádění úchopu a koncept je připraven na implementaci dalších automatizovaných postupů jako např. automatická výměna nástroje efektoru robotického ramene apod. Hlavní prioritou této SmartFactory na Obr. 2 je demonstrovat nejnovejší technologie a přístupy Průmyslu 4.0 ve funkční podobě.



Obr. 2 – Virtuální obraz SmartFactory

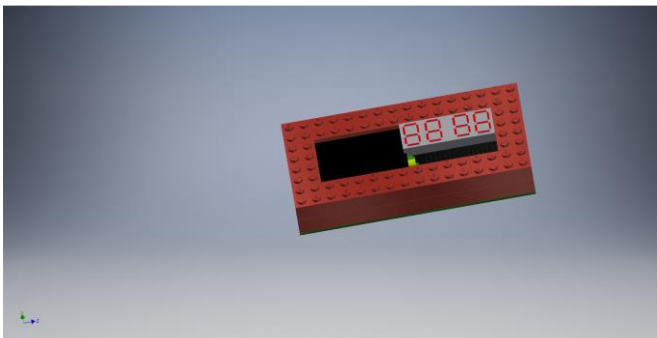
2.3 Příklad produktové základny a operační spolupráce SmartFactory

Produktem bude výrobek složený z dílu Lego. Každý produkt bude navíc obsahovat elektronický obvod, který produktu dodá specifickou funkci. Předpokládá se, že jednotlivé stavební díly budou umísťovány na stavební Lego základnu a po smontování budou tvořit kompaktní celek. Zhotovitel navrhne SmartFactory pro montáž tří typů výrobků a možností následného rozšíření produktové základny. Finální provedení produktů bude v průběhu řešení konzultována s objednatelem.

Sada Lego dílů pro montáž bude dodána objednatelem. Vestavěný elektronický obvod bude rovněž dodán objednatelem.

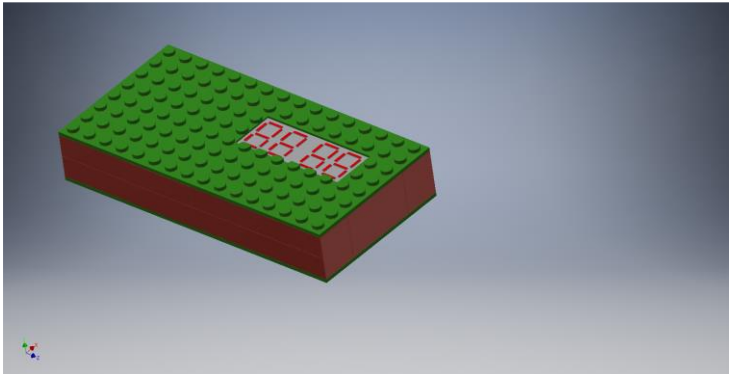
Příklady staveb produktů na bázi Lego dílů a elektronického obvodu:

1. Laserové ukazovátko



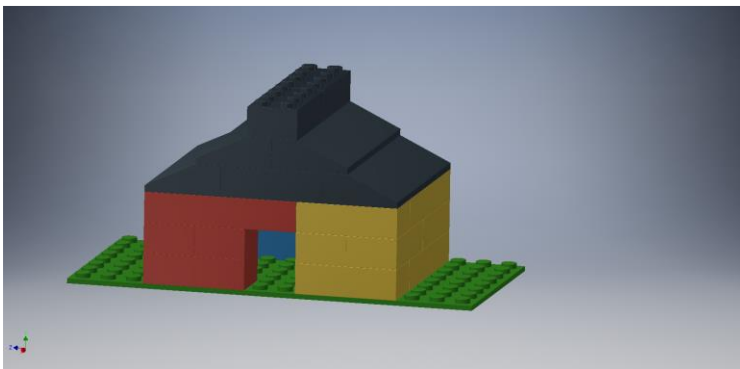
Obr. 3 – Příklad typu produktu Laserové ukazovátko

2. Meteostanice



Obr. 4 – Příklad typu produktu Meteostanice

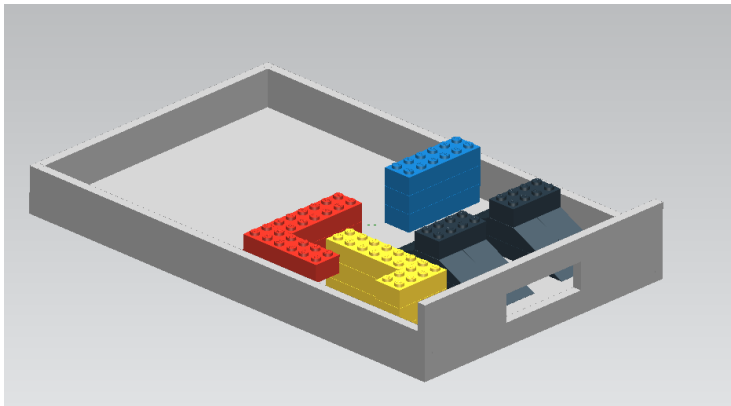
3. Stavba typu domek



Obr. 5 – Příklad typu produktu Domek

2.3.1 Kontejner produktových dílů

Na Obr. 6 je uveden možný návrh kontejneru pro jednotlivé produktové díly. Produktový kontejner může být nosným prvkem konceptu a bude společný pro všechna pracoviště (robotizovaná, manuální) a také pro zajištění manipulace po vyskladnění a zpětnému naskladnění.



Obr. 6 – Příklad kontejneru produktových dílů

Velikost produktového kontejneru by měla odpovídat nejsložitějšímu výrobku, který bude linka montovat. Způsob odebrání kontejneru ze skladu se může lišit a bude předmětem návrhu zhotovitele. Vnitřní prostor by měl zajistit, aby se kostky během přepravy nepohybovaly. Spodní plocha produktového kontejneru by měla obsahovat přesný kartézský naváděcí rastr. Rastr může být využit při manipulaci s díly a navádění kamerovým systémem.

Produktové kontejnery budou plněny, přepravovány na pomocná pracoviště robotických buněk a tak na přepravní palety manuálních pracovišť.

2.4 Vrstvy řídicího a informačního systému

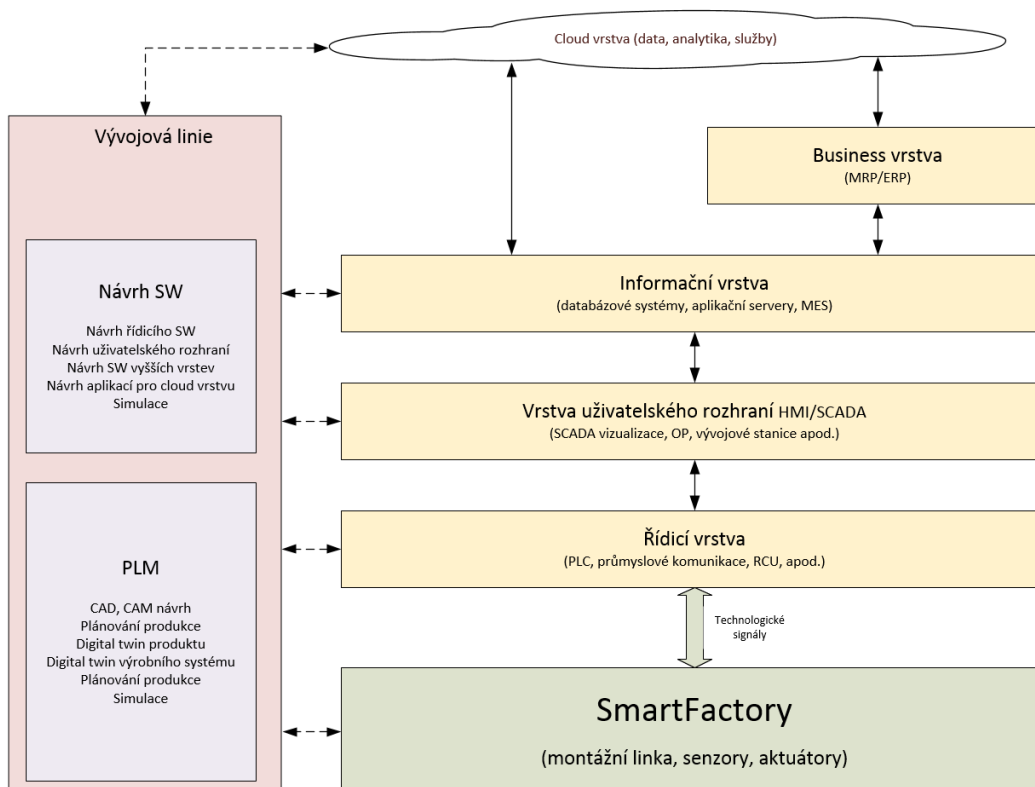
2.4.1 Vrstvy výrobního systému

1. Řídicí vrstva – zajišťuje řízení jednotlivých subsystémů SmartFactory a také SmartFactory jako celku. Tato vrstva bude postavena výhradně na průmyslových řídicích systémech určených pro řízení v reálném čase a tomu odpovídajících komunikačních sběrnicích.
2. Vrstva uživatelského rozhraní HMI/SCADA – zajišťuje rozhraní umožňující obsluhu práci se SmartFactory. Tato vrstva bude postavena na vizualizačním systému typu SCADA s distribuovanou architekturou, na průmyslových operátorských panelech a dalších prvcích pro průmyslovou vizualizaci.
3. Informační vrstva – tato vrstva zahrnuje databázové servery procesních dat, aplikační servery a MES systém. Bude umožňovat přenos veškerých požadovaných provozních dat do Cloud vrstvy a Business vrstvy.
4. Business vrstva - vrstva založena na vybraném MRP systému. Tato vrstva není součástí dodávky, ale vrstvy 1-3 musí umožňovat přenos veškerých požadovaných provozních dat do této vrstvy.

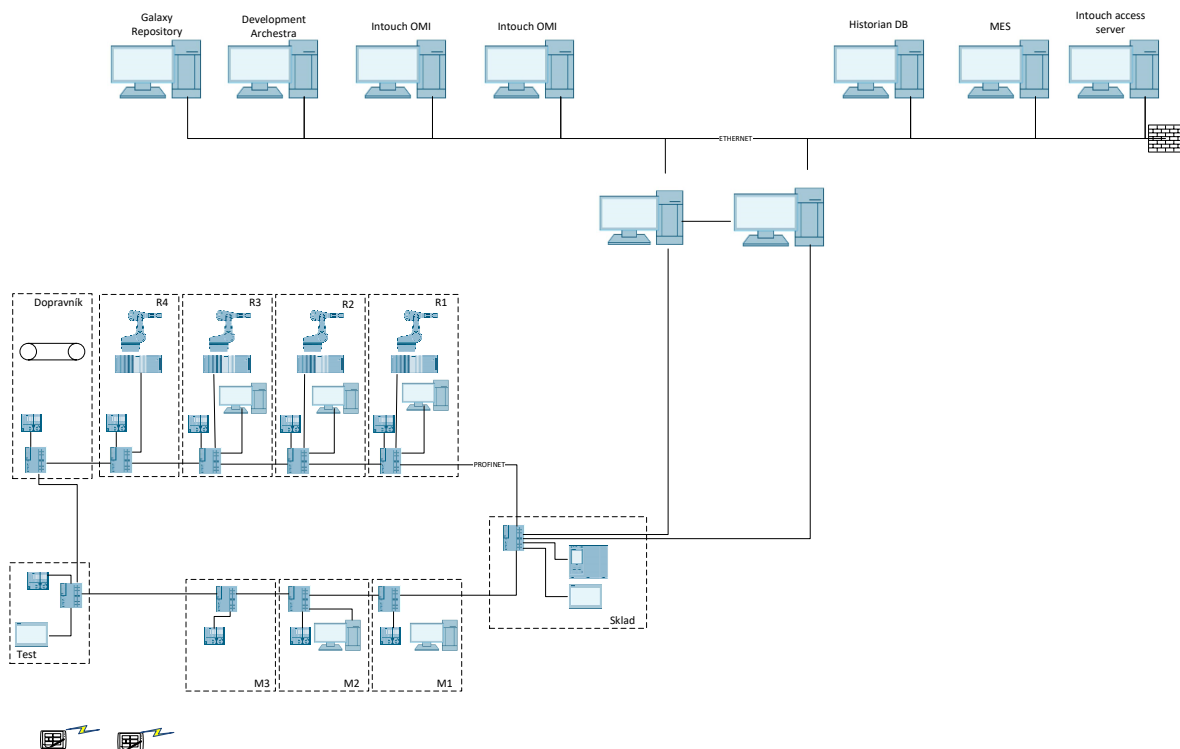
- Cloud vrstva – vrstva založena na vybraném IoT cloudovém řešení. Tato vrstva není součástí dodávky, ale vrstvy 1-3 musí umožňovat přenos veškerých požadovaných provozních dat do této vrstvy.

2.4.2 Subsystemy výrobního systému

- Robotizované pracoviště č. 1 (montáž)
- Robotizované pracoviště č. 2 (montáž)
- Robotizované pracoviště č. 3 (montáž, automatizovaná výměna nástroje efektoru)
- Robotické rameno manipulátor na lineární pojezdové základně
- Sklad
- Dopravníkový systém
- Pracoviště manuální výroby č. 1 (podpora montáže standardními přístupy)
- Pracoviště manuální výroby č. 2 (podpora montáže rozšířenou realitou)
- Pracoviště manuální výroby č. 3 (podpora montáže pomocí kolaborativního robota)
- Testovací stanice, funkční inspekční kontrola, kamerové systémy
- Pracoviště aditivních technologií, 3D technologie
- Mobilní robotická jednotka
- Pracoviště zpětného naskladnění
- Diagnostický subsystem



Obr. 7 – Hierarchie řídicích a informačních vrstev



Obr. 8 – Požadovaná architektura řídicích a informačních systémů

2.4.3 Požadavky na řídicí systém

SmartFactory bude řízen distribuovaným řídicím systémem na bázi programovatelných automatů. Programovatelné automaty a další klíčové prvky řídicího systému nejsou součástí dodávky, budou poskytnuty objednatelem (seznam viz Příloha 1.3). Zhotovitel musí využít tyto komponenty, vytvořit veškerý řídicí SW, integrovat do SmartFactory a zajistit pomocí nich řízení SmartFactory, veškerou funkčnost a opatření pro zajištění funkční bezpečnosti.

Klíčovými prvky řídicího systému jsou:

- Hlavní programovatelný automat umístěný v subsystému skladu. Tento automat bude zajišťovat celkové řízení SmartFactory a řízení skladu. Tento systém bude umístěn v hlavní rozvaděčové skříni SmartFactory.
- 9 ks podružných řídicích systémů v podružných rozvaděčích u jednotlivých subsystémů (R1, R2, R3, R4, M1, M2, M3, T, S). Základem těchto řídicích systémů budou programovatelné automaty umožňující zajišťovat zejména dílčí řídicí funkce, měřit diagnostické data daného subsystému (vibrodiagnostika, teploty), měřit spotřebu energie daného subsystému, zajišťovat detekci pomocí RFID a zajišťovat funkční bezpečnost subsystému. Podružné rozvaděče budou rovněž obsahovat veškeré potřebné technologie pro napájení, konektivitu průmyslových komunikací (Profinet, Ethernet).

Řídicí systémy budou integrovány tak, aby byla zajištěna komunikace s vyššími vrstvami řízení, zejména HMI/SCADA, MES a s úrovní cloudového úložiště, a to zejména pomocí technologií OPC UA a OPC DA.

2.4.4 Požadavky na komunikační systémy

Základním komunikačním systémem implementovaným v rámci řídicí úrovně bude Profinet s podporou zabezpečené komunikace PROFI-safe pro zajištění funkční bezpečnosti. Základní topologií komunikačního systému Profinet bude kruh s vhodně zvolenými aktivními prvky sítě. K těmto aktivním prvkům sítě budou připojeny veškeré subsystémy včetně řídicích jednotek robotů. Pomocí sítě Profinet budou přenášena veškerá provozní data do vyšších vrstev řídicího systému.

V případě nutnosti bude komunikační systém rozšířen o sběrnici Ethernet, zejména pro zajištění nezávislého přístupu k řídicím jednotkám robotů při konfiguraci, připojení kamerových systémů apod.

2.4.5 Požadavky na HMI/SCADA

Úroveň HMI/SCADA bude zajištěna:

- Operátorskými panely na pracovišti skladu a na předávacím místě hotových výrobků. Tyto operátorské panely budou sloužit ke konfiguraci produktu a k zobrazování základních provozních informací SmartFactory.
- Vizualizačním pracovištěm SCADA umístěným na „velíně“ SmartFactory. Toto pracoviště bude obsahovat dvě vizualizační stanice umožňující zobrazovat veškeré provozní informace, zadávat veškeré požadované hodnoty, konfigurovat produkt, prohlížet historii veškerých provozních dat.

HMI/SCADA systémy (vývojové a runtime licence) a počítače typu PC, na kterých tyto SW poběží, nejsou součástí dodávky, budou poskytnuty objednatelem (seznam viz Příloha 1.3). Zhotovitel musí využít tyto komponenty, vytvořit veškeré vizualizační aplikace, integrovat je do SmartFactory.

2.4.6 Požadavky na MES

Úroveň MES bude zajištěna SW určeným pro realizaci této úrovně v průmyslových aplikacích. MES systém (vývojové a runtime licence) není součástí dodávky, bude poskytnut objednatelem. Zhotovitel musí využít tyto komponenty, vytvořit veškerý aplikační SW, integrovat je do SmartFactory. MES systém bude zajišťovat zejména:

- Veškeré nadřazené řízení SmartFactory.
- Sledování objednávek, vyrobených produktů a jejich historie.
- Sledování skladu a řešení skladového hospodářství.
- Sledování toku všech dílů.

- Sledování historie všech výrobních operací (traceability).
- Výrobní postupy a sestavy pro veškeré verze produktů.

2.4.7 Požadavky na informační vrstvu a databázový systém

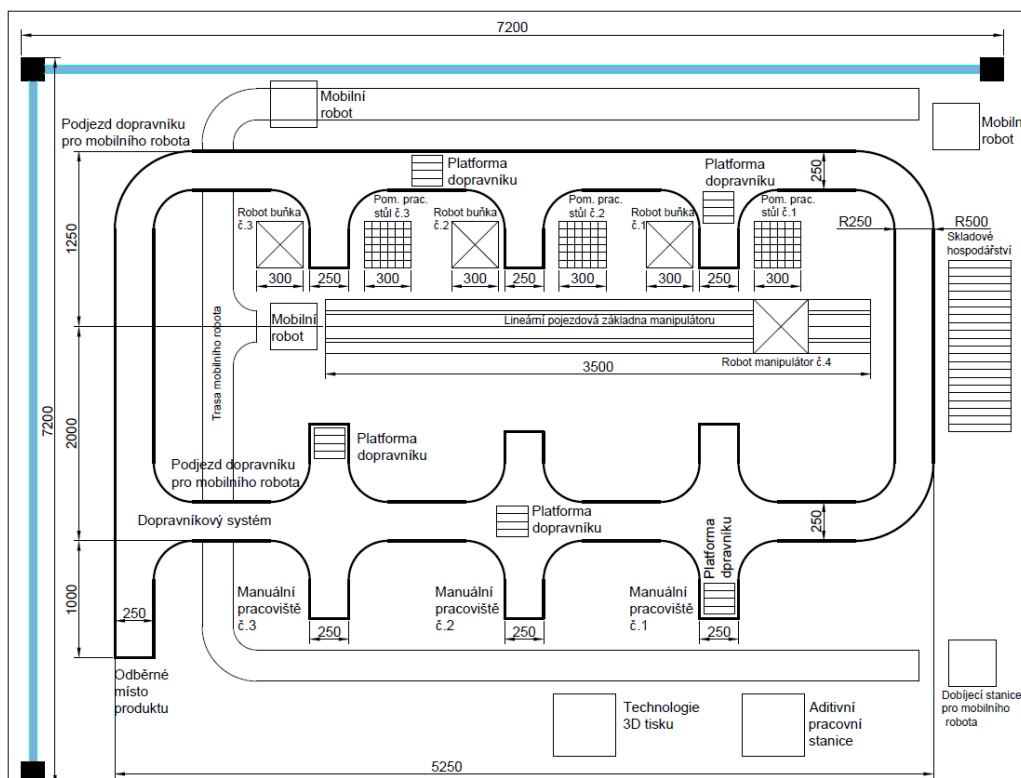
Součástí informačního systému na úrovni MES, případně SCADA bude databázový systém pracující v reálném čase. Všechny výrobní úkony, diagnostická data, procesní data vč. testovacích operací budou kompletně průběžně archivovány v podobě datových záznamů v odpovídající strukturované centrální databázi. S touto DB bude v každém dílčím kroku výrobního procesu spolupracovat centrální řídicí systém. Databáze bude archivovat veškerou historii výrobního procesu a produktů v rámci životního a zajišťovat tzv. traceability.

2.5 Konstrukční aspekty SmartFactory

Dodaný systém musí splňovat technické parametry popsané v technickém popisu a detailněji specifikované v příloze 1.1 – Technická specifikace, která je nedílnou součástí tohoto technického popisu.

Dále na Obr. 9 je zobrazeno příkladové schéma návrhu produkčního systému vč. orientační rozměrové specifikace konceptu a některých dílčích komponent.

Jelikož je dostupný prostor pro konstrukci systému specifikován a vymezen dispozičním výkresem viz. Obr. 1 a zejména situačními výkresy v Příloze 1.5. Od začátku návrhu musí zhotovitel dbát na správnost konstrukčních dispozic jednotlivých pracovních uzlů.



Obr. 9 – Příkladová topologie specifikace výrobního systému

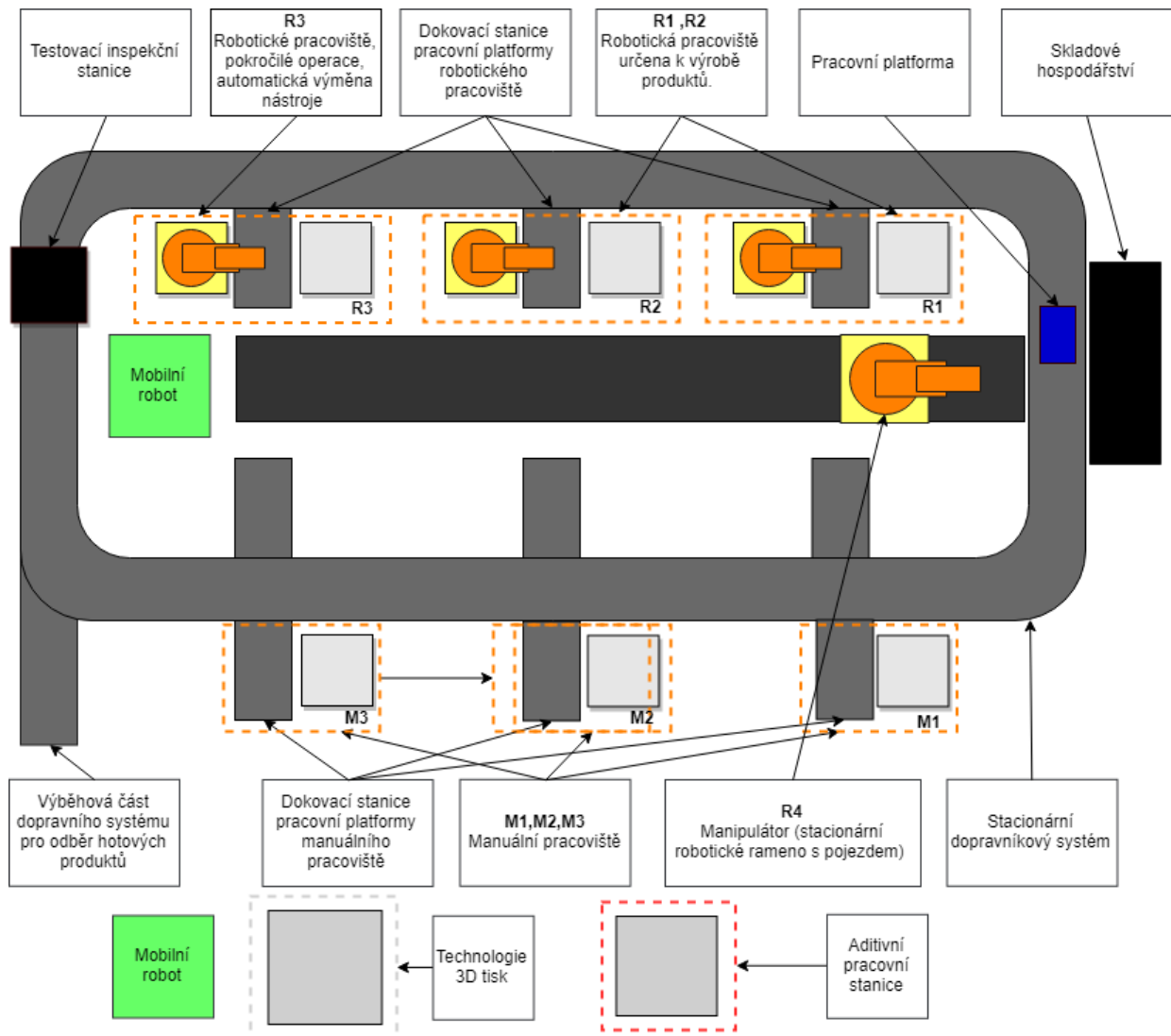
- Návrh bude počítat s možností modulární změny konceptu např. přemístění subsystémů, robotických buněk apod. Návrh topologie takového produkčního systému musí zohlednit nároky na prostor pro automatizovaný sklad, lineární pojezd, dopravníkový systém, technologie 3D tisku, rozvaděčové skříně apod. a zároveň nesmí být poddimenzován a musí v plné míře využít dostupné dispozice.
- Při návrhu a výstavbě SmartFactory je potřeba s mírou tolerance dodržet specifikované pracovní rozměry a v rámci strojního návrhu 3D modelace výrobního systému, pracovišť a skladu provést kontrolu a optimalizovat návrh tak, aby bylo umožněno realizovat všechny výrobní úkony a operace a byly doručeny v aplikovatelné formě veškeré vlastnosti technologií na jednotlivých pracovištích.
- Funkčně a konstrukčně správné musí být navrženy pracovní výšky všech styčných pracovních ploch, platí např. pro důležité pracovní uzly oblasti výstupu ze skladu a stanoviště produktového kontejneru. Také výška pracovní plochy mobilního robota, který zajišťuje logistické přesuny např. produktového kontejneru, musí být navržena a provedena s přesností a tolerancí, aby bylo možno produktový kontejner umístit na mobilní robotickou jednotku pomocí manipulátoru na lineárním pojezdu, a dále pomocí manipulátoru skladu odebírat jednotlivé díly z kontejneru a provést jejich zpětné naskladnění.
- Dále na manuálních pracovištích musí být pro operátora dobře, bezpečně a efektivně umožněn přísun stavebních produktových dílů. Navržený dopravníkový systém naznačený na Obr. 9 bude dodán jako modulární dopravníková platforma splňující technickou specifikaci.
- Dopravníková platforma (vozik) musí být schopen bezpečně zastavit v přesně definované aretované pozici a v požadované pracovní výšce. Dopravníkový systém musí být vybaven veškerými bezpečnostními prvky tak, aby v žádném případě nebylo zvýšeno riziko a ohroženo zdraví pracovníků na pracovištích určených pro manuální montáž.
- Obr. 9 představuje orientační návrh strojního konceptu vč. orientačních rozměrů tohoto výrobního systému. Obsahuje představu o provedení lineárního dopravníkového systému, lineární pojezdové základny. Orientačně jsou zakresleny dispozice robotických buněk, manuálních pracovišť s pomocnými dopravními pásy, vyznačeny jsou trasy pro mobilního robota atd.
- Dále je požadováno, aby pro stavbu konstrukční základny výrobního systému bylo použito standardizovaných modulárních hliníkových profilů. Doporučená přepravní výška dopravníkového systému je cca 850 mm. Pracovní výška výrobní stanice, ve které bude přepravní platforma aretována v přesné pozici pro výkon výrobních operací a montáže bude cca 800 – 950 mm.
- Vzájemně odpovídající a shodné by měly být pracovní výšky v celém konceptu, tzn. veškeré pracovní výšky statických i dynamických komponent linky např. pomocné pracovní stoly, pracovní plochy robotických ramen, výšky stolů pracovišť, montážní pracoviště a odběrná místa dopravníkového systému.

- Musí být navrženy tak, aby pracovní prostor ramene robota na tomto stojanu umístěném byl plně kompatibilní a zajistil plné pokrytí dosahu ramene v odpovídající a předem definované pracovní výšce celého systému.
- Pracovní šířka dopravníku bude cca 250 mm, šířka dopravní platformy, vozíčku je orientačně definována na 240 x 240 mm. Materiál této dopravníkové platformy by měl být z hliníku nebo konstrukční oceli tloušťky cca 5mm s nosností do cca 2 kg. Paleta by měla mít antistatické provedení a celý dopravníkový systém vč. platformy by měl umožňovat jednoduchý servis např. snadnou výměnu provozem opotřeбенých dílů.
- Obr. 17 a Obr. 18 znázorňují provedení dopravníkové části, dispozice pracovních a montážních stanic, specifikace odběrných míst hotových výrobků, vše v návaznosti na sklad a orientační dispozice jednotlivých komponent a výbavy takového dopravníkového systému.
- Podmínkou ke splnění je, aby finální konstrukční rozměry výrobního systému byly zhotovitelem naprojektovány s ohledem na veškerou konstrukční mechanickou provozuschopnost, veškeré rozměrové mechanické návaznosti tzn. společné pracovní výšky, pracovní dosahy jednotlivých ramen robotických buněk, manipulátoru na lineární pojezdové základně a skladu, pracovní výšky dopravníku, dopravních palet atd. Důležité jsou i dílčí funkční pracovní plochy pro robotickou a manuální montáž vč. přesné a správné definice rozměrů a výšek společných pracovních prostor ve skladové vstupní a výstupní části, pracovní plochy mobilní robotické jednotky a manipulátoru a návrhů všech operačních pracovních prostorů u definovaných uzlů výrobního systému.
- Důležitou součástí návrhu mechanické konstrukce linky je požadavek na zohlednění všech aspektů propozic a komponent linky viz. Obr. 9 naznačené přístupové cesty a nutné podjezdy dopravníkového systému pro mobilní robotickou jednotku.
- Po vytýčené trase podjede mobilní robot dopravníkový systém ve dvou místech „podjezdech“ a bude tak schopen ve vnitřním prostoru linky spolupracovat s manipulátorem na lineární pojezdové základně. Mobilní robotická jednotka bude schopna ve vnějším prostoru linky zajišťovat spolupráci a logistiku s dalšími pracovišti, se skladovým hospodářstvím, s aditivními technologiemi 3D tisku apod.
- Při budoucím možném rozšíření celého konceptu o nové výrobní pracoviště bude důležitou rolí a schopností mobilní robotické jednotky zajistit logistické toky materiálu a podpořit flexibilitu a otevřenost takového modulu výrobního systému.
- Pracoviště robotických výrobních buněk č. 1, č. 2 a č. 3, viz Obr. 9, Obr. 10, budou kromě robotických ramen, sestavena z pomocného pracovního stolu s definovaným rozměrem a horní pracovní deskou s povrchem osazeným navigačním rastrem pro umožnění přesného navádění ramene a generování trajektorií pro manipulaci.
- Pracovní výška stolu bude cca 85 cm a součástí každého pomocného stolu bude konzole modulární stojanová základna pro připevnění kamery a optického senzoru. Dále je požadováno, aby byl tento stůl uchycen k podlaze, pro zajištění stability a kalibrace pracovního prostoru ramene robota v souřadnicovém systému, a zároveň umožnil možné budoucí přemístění při potřebě rekonfigurace pracoviště robotických buněk.

- Robotická ramena budou umístěna na pevných stojanech v předpokládané výšce cca 40 - 70 cm, které budou stabilně a pevně uchyceny k podlaze s možností případného přemístění. Stojany budou stabilního ocelového typu s vysokou nosností a tuhostí konstrukce s vnitřní středovým otvorem pro možný prostup kabeláže ramene robota na něm umístěném.
- Na horní ploše stojanu budou montážní otvory s roztečemi odpovídající definovaným montážním otvorům patové základny robota – viz technická specifikace robotických subsystémů – příloha č. 1.2. K tomuto pylonu bude robotické rameno připevněno pevně, nehybně a stabilně s možností demontáže nebo posunu. Stabilita a pevnost uchycení ramene na stojan musí být navržena a zkonstruována tak, že nebude jakýmkoliv způsobem znehodnocovat provoz chodu robota a opakovatelnou přesnost ramen. Detailní technická parametrizace robotických komponent dodaných v rámci robotického subsystému je součástí přílohy 1.1 – Technická specifikace.
- Robotické buňky výrobního systému musí být konstruovány a jednotlivé komponenty následně umístěny v topologii tak, aby systém umožnil realizovat proces robotické kolaborace. V praktickém provedení se bude ve společném pracovním prostoru dvou robotických ramen realizovat proces kolaborace dvou robotických ramen nebo robotického ramene a ramene manipulátoru při volbě požadavku na demontáž výrobku.
- Např. proces kolaborace bude realizován na pomocném stole, tj. společném pracovním prostoru robotických buněk č. 1, č. 2, č. 3 případně v pracovním prostoru robota manipulátoru a jednoho z ramen robotických buněk.
- Manipulátorem bude zajištěno přemístění produktového kontejneru s rozebranými díly na pracovní plochu mobilního průmyslového robota. Následně proběhne transport kontejneru s díly po vyznačené viz. Obr. 9 trase mobilní robotické jednotky do skladu ke zpětnému naskladnění viz. Obr. 15
- Vlastní konstrukce uchopovačů lego dílů musí být navržena tak, aby umožnila pokládku, výstavbu a odběr dílů lego objektů – formát specifických „lego“ kleštin.
- Všechny rozebrané díly, uložené zpět do produktového kontejneru, budou následně dopraveny do zadní části skladu.
- V takovém případě konfigurace na požadavek rozebrání bude po realizaci výkonu systémem uzavřen výrobní cyklus vč. zpětného rozebrání a zpětného vrácení dílů do skladu. Výrobní proces bude připraven k novému spuštění.

3. Produkční systém SmartFactory a dílčí subsystémy

Struktura subsystémů SmartFactory je znázorněna na Obr. 10. Popis jednotlivých subsystémů je uveden dále v textu.

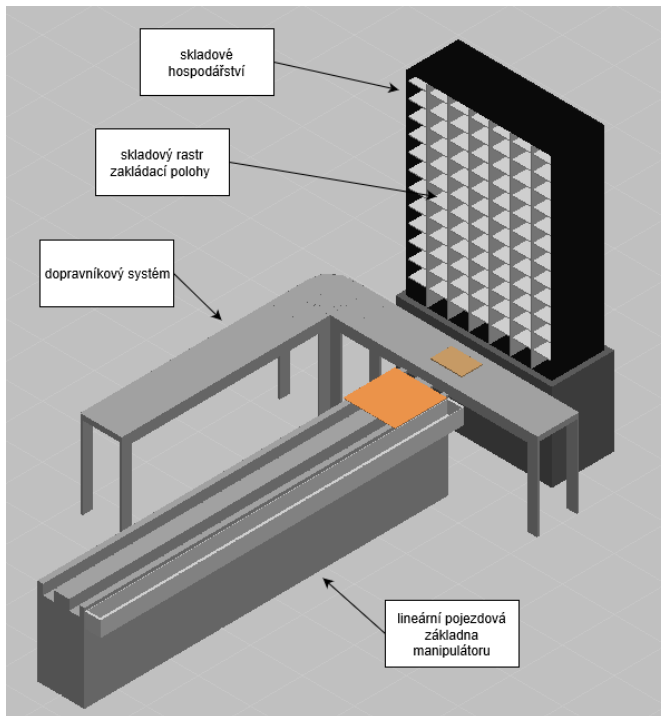


Obr. 10 – Blokové schéma výrobní technologie vč. příkladu aditivních systémů

3.1 Sklad

Požadavkem na zhotovitele bude navrhnout a doručit plně automatizovanou variantu skladu, viz Obr. 11, 13, 14 (příklad provedení). Sklad bude z pohledu řízení a kontroly, skladového managementu a řízení výrobních procesů spolupracovat s centrální databází a tato DB bude funkční součástí informačního systému. Systém skladu bude obsahovat rastrový zakládací systém umožňující v přední části předávat požadované díly manipolátoru a v zadní části umožňující automatické naskladnění dílů.

Produktové díly budou do procesu výroby vyskladňovány manipulátorem (robot č. 4) přímo z jednotlivých buněk rastrového zakládacího systému do produktového kontejneru. Stavební lego základna bude rovněž vyskladněna manipulátorem a založena do zakládacího lůžka dopravní platformy. Rameno robotu manipulátoru je navrženo pro obsluhu skladu s předpokládanými dosahy pracovní plochy. Formát zakládacích míst a celku skladu bude dále plně dílem návrhu a realizace celého systému prováděného zhotovitelem.

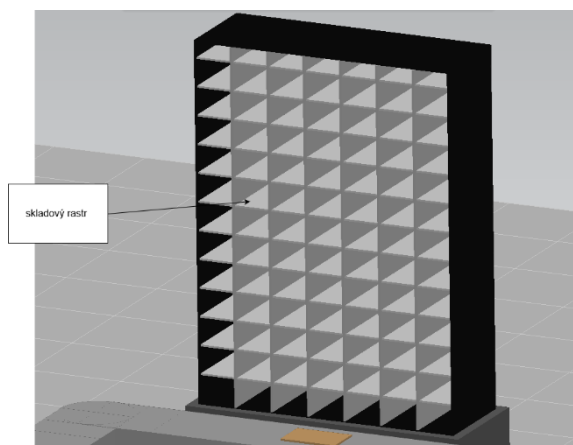


Obr. 11 – Principiální provedení skladu

Návrh koncepce skladového manipulátoru umístěného v zadní části skladu bude proveden tak, aby zajistil funkční spolupráci skladového systému s pracovní plochou mobilního průmyslového robotu, který bude zajišťovat naskladnění dílů po provedené operaci demontáže, úvodní naskladnění dílů a dílů vyrobených pomocí technologie 3D tisku. Systém řízení skladového hospodářství bude mít neustálý přehled o stavu dílů umístěných ve skladu a v procesu montáže – pro detekci stavu dílů bude využito technologie RFID a QR kódů.

Jaký zvolí zhotovitel systém pro navádění, posun produktových dílů a organizaci celého skladu, bude plně předmětem jeho návrhu. Konstrukční řešení zakládacího místa, zda bude obsahovat naváděcí drážky, jak se vymezí distance a předávací místa pro úchop a následnou manipulaci s díly manipulátorem, vše bude předmětem návrhu zhotovitele.

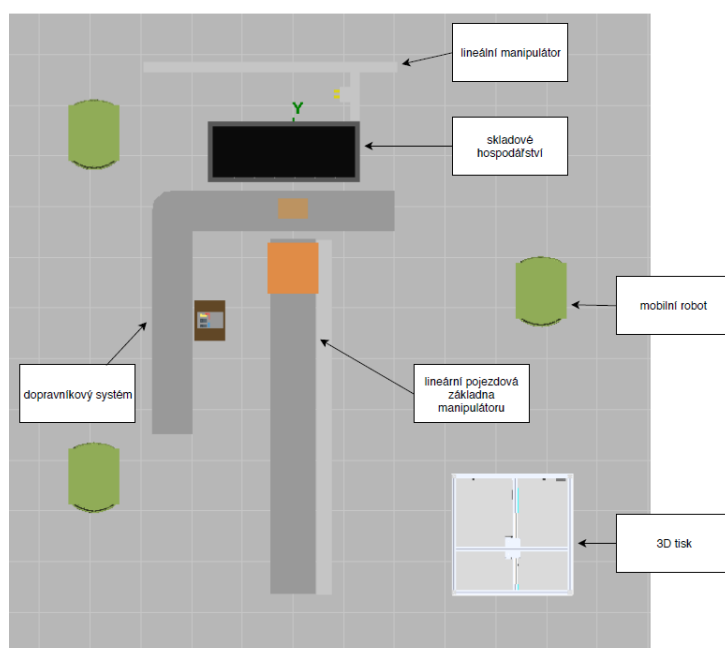
Minimální počet zakládacích míst je 50. Rozměr každého zakládacího místa bude definován v souladu s rozměry jednotlivých dílů např. viz Obr. 12.



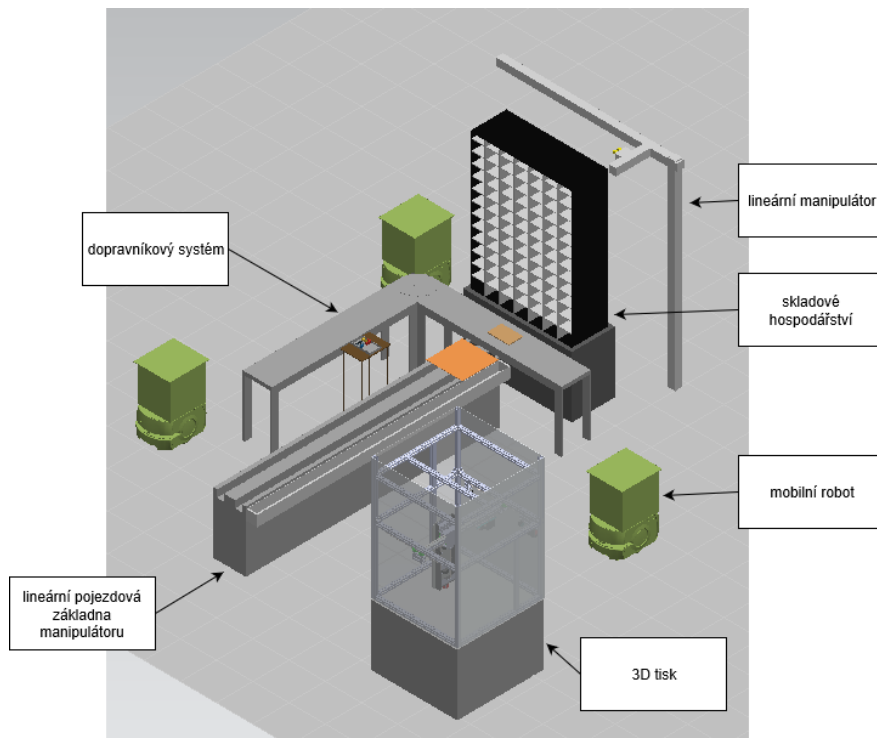
Obr. 12 – Rastr zakládacích míst skladového hospodářství

Sklad včetně manipulátoru pro zpětné a úvodní naskladnění dílů bude řízen PLC. Specifikace PLC je uvedena v příloze č. 1.3 (PLC nejsou součástí plnění veřejné zakázky).

Navržený a dodaný sklad musí být koncipován tak, aby jej bylo možno dále v budoucnu rozšiřovat o další subsystémy a funkčnosti, jako binpicking apod.



Obr. 13 – Principiální blokové schéma topologie skladu



Obr. 14 – Principiální blokové schéma topologie skladu

3.2 Robotický subsystém

Úkolem zhotovitele bude do systémového celku zaintegrovat robotický subsystém poskytnutý objednatelem. Předmětem tohoto robotického subsystému jsou 3 ks vertikálních 6-ti osých robotických ramen č. 1, č. 2 a č. 3 pro robotické buňky, 1 ks vertikálního 6-ti osého robotického ramene č. 4 pro manipolátor a plně kompatibilní lineární pojezdové základny pro robota manipolátoru. Technická specifikace je uvedena v příloze 1.2.

Součástí této sestavy robotických ramen a lineární pojezdové základny bude rovněž řídicí a ovládací systém včetně softwarového vybavení, které je součástí dodávky robotického subsystému. Zcela nový a pro účely tohoto projektu pořízený subsystém robotických ramen a lineárního pojezdu, se v rámci dodávaného komplexního výrobního systému stane integrální součástí dodávky kompletní funkční výrobní technologie.

Zhotovitel SmartFactory má pro podporu základního oživení při začlenění tohoto robotického subsystému a lineárního pojezdu do funkčního výrobního celku zajištěnu součinnost dodavatele robotických subsystémů (tj. robotických ramen, lineárního pojezdu a ramene manipolátoru) a to zejména ve fázi úvodní instalace a při oživení zařízení.

Ve všech pracovních uzlech, které to umožní pro zajištění moderních postupů automatizované montáže, je požadováno doručení implementace aplikace navádění úchopu a manipulace ramene pomocí strojového vidění s budoucí aktivní schopností naučit se a následně

automaticky rozpoznat tvar uchopovaného objektu, k tomu spouštět příslušné trajektorie úchopu a provést manipulaci a operace s díly pro montáž produktu.

3.2.1 Robotické buňky č. 1, č. 2, č. 3

Robotická pracoviště a robotické komponenty dodané jako součást robotického subsystému odpovídají specifikacím uvedeným v 1.1 – Technická specifikace a v příloze 1.2.

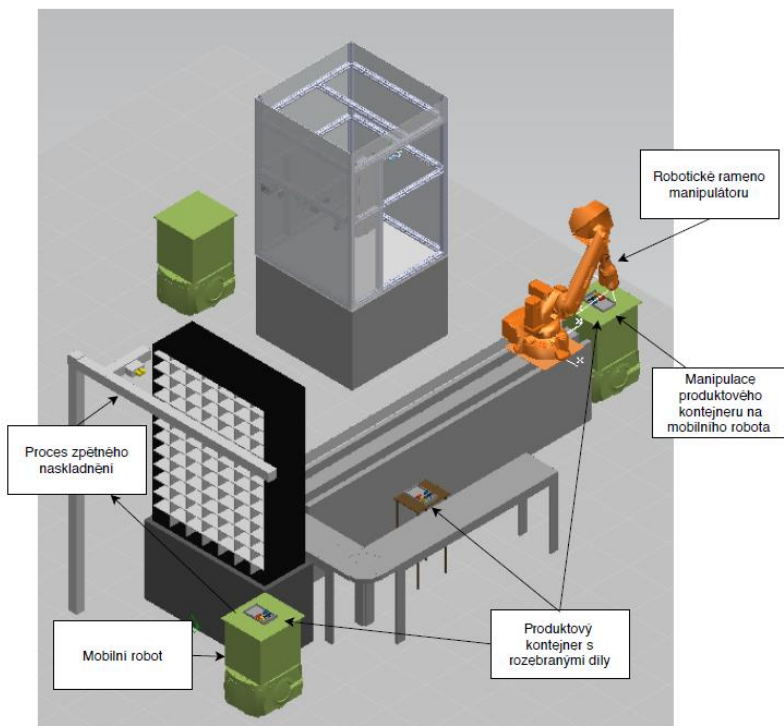
Každé robotické pracoviště bude koncipováno jako **kompaktní celek**, který bude obsahovat:

- Stojanovou základnu robota.
- Pomocnou pracovní plochu pro odkládání produktového kontejneru.
- Montážní stanici tvořenou odbočkou dopravníkového systému s možností aretace dopravníkové platformy.
- Integrovanou řídicí jednotku robota a přidruženou rozvaděčovou skříň s elektro-výbavou robotického pracoviště.
- Integrovaný velkoplošný displej pro vizualizaci provozu pracoviště.
- Integrovanou kameru, která bude snímat proces montáže a bude sloužit pro navádění robota.
- Testovací pracoviště (pozor – není zakresleno v přehledových obrázcích) – není součástí dodávky, ale robotická buňka musí být na instalaci tohoto pracoviště připravena

Hlavním úkolem robotických buněk č. 1, č. 2, č. 3 je zajištění automatické montáže produktů. Robot v každé z těchto buněk bude odebírat díly z produktového kontejneru umístěného manipulátorem na pomocný pracovní stůl a bude tyto díly umísťovat na stavební Lego základnu umístěné na platformě dopravníku v montážní stanici.

Dalším úkolem robotických buněk 1, 2 a 3 je zajištění dekompozice produktu na jednotlivé díly. Zhotovitel musí navrhnout konstrukčně celé řešení tak, aby bylo robotickým ramenům č. 1, č. 2 a č. 3 umožněno operovat na společném pracovním prostoru anebo spolupracovat s ramenem manipulátoru. Dekomponované díly budou naloženy do produktového kontejneru. Produktový kontejner s dekomponovanými díly bude přemístěn manipulátorem na mobilní průmyslový robot, který dopraví kontejner do skladu.

Zhotovitel musí doplnit robotická ramena o vhodný typ efektoru a uchopovačů, které budou odpovídat specifikovaným dílům a umožňovat spolehlivou manipulaci s nimi.



Obr. 15 – Příklad manipul. produktového kontejneru k zadní části skladu, zpětné naskladnění

3.2.2 Robotická buňka č. 3 – příprava automatické výměny nástroje

Pracoviště robotické buňky č. 3 bude konstrukčně navrženo tak, aby zajistilo také automatickou výměnu koncových nástrojů efektoru. Koncové nástroje budou v budoucnu umístěny na pevné konstrukční základně – stojanu, kde bude několik koncových uchopovačů umístěno v pracovním dosahu ramene a efektoru.

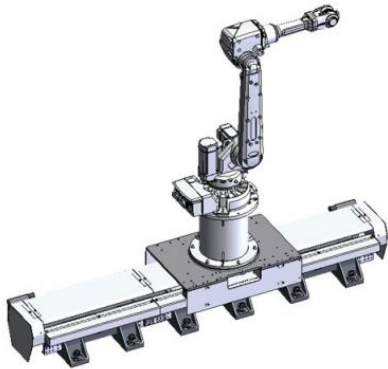
3.3 Manipulátor a lineární pojezdová základna

Manipulátor a lineární pojezdová základna dodané jako součást robotického subsystému odpovídají specifikacím uvedeným v příloze č. 1.1 – Technická specifikace a v Příloze 1.2.

Úkolem zhotovitele bude systémově propojit manipulátor, umístěný cca ve středu výrobní linky – viz Obr.17, s lineární pojezdovou základnou a integrovat tento funkční blok do SmartFactory, tzn. že rameno manipulátoru a lineární pojezdová základna bude spolupracovat a bude synchronizována s ostatními subsystémy SmartFactory. Je nutno dbát na dodržení odpovídajících pracovních výšek pro zajištění plné součinnosti manipulátoru a ostatních subsystémů.

Základním požadavkem pro manipulátor a lineární pojezdovou základna je plná kompatibilita ramene robota manipulátoru a pojezdové základny, která je řízená jako 7-má osa robota manipulátoru.

Manipulátor na lineární pojezdové základně, viz Obr. 16, bude zajišťovat logistické operace s díly, vyskladnění jednotlivých dílů ze skladu, plnění produktových kontejnerů jednotlivými díly produktu, umístování stavební Lego základen na platformy dopravníkového systému, manipulace kontejnerů na pracoviště montáže nebo na mobilní robotickou jednotku.



Obr. 16 – Příklad řešení osazení ramene manipulátoru na lineární pojezdovou základnu

Připravený kontejner s jednotlivými díly bude manipulátor přemísťovat na příslušné pomocné pracovní stoly jednotlivých robotických pracovišť č. 1, č. 2, č. 3 nebo na dopravníkové platformy pro přepravu stavebních dílů navolených produktů k montáži v případě manuálních pracovišť č. 1, č. 2, č. 3.

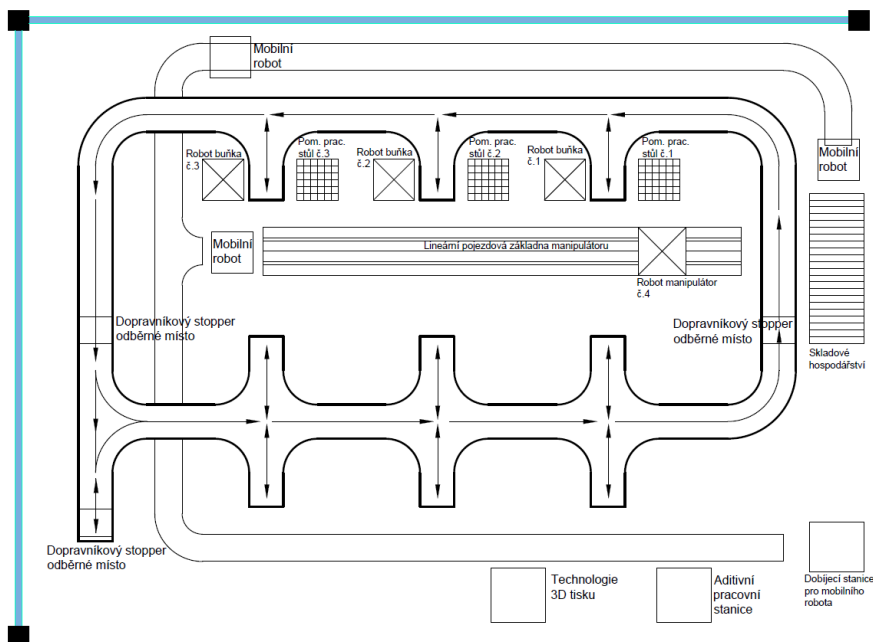
Zároveň např. po provedené dekompozici tj. rozebrání finálního produktu přemístí manipulátor produktový kontejner s díly na pracovní plochu mobilního robotické jednotky.

Zhotovitel musí doplnit robotické rameno manipulátoru o vhodný typ efektoru a uchopovačů, které budou odpovídat specifikovaným dílům, stavebním Lego základnám a produktovým kontejnerům a umožňovat spolehlivou manipulaci s nimi.

3.4 Dopravníkový systém

Lineární dopravníkový systém, viz Obr. 17, musí být dodán jako modulární dopravníkový systém k zajištění výrobních a návazných logistických procesů. Systém musí být flexibilní, přesný, rozšiřitelný. Přepravní platformy musí mít požadovanou rychlost, přesnost, nosnost a celý systém požadujeme doručit v souladu se specifikací parametrů v Příloze 1.1 – Technická specifikace.

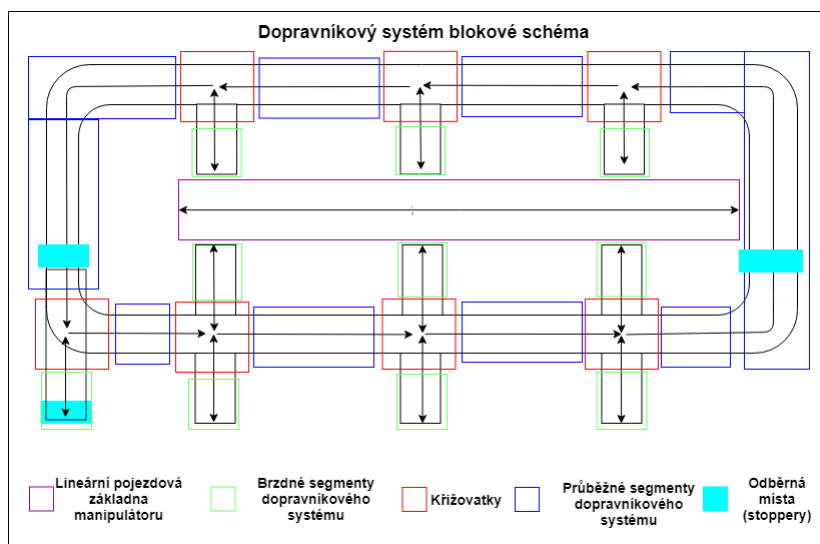
Řídicí systém dopravníkového systému musí spolupracovat se všemi návaznými subsystémy SmartFactory, zejména s řídicím systémem skladu a robotických pracovišť. Bude zkonstruován tak, aby umožnil minimálně ve 2 místech „průjezd“ mobilní robotické jednotky do vnitřního prostoru výrobní linky a aby mobilní robotická jednotka mohla zajišťovat transport dílů a produktů mezi jednotlivými pracovišti.



Obr. 17 – Blokové schéma dopravníku vč. trajektorií mobilního robotické jednotky

Na Obr. 18 je znázorněna představa o segmentaci a směrovosti pohybů jednotlivých řízených brzdných částí takového dopravníkového systému. Zachyceny jsou směry řízených pohybů vč. montážních stanic, tzv. odboček základního dopravníku, ve kterých jsou výrobní platformy zastaveny, aretovány a v montážních stanicích je na nich zahájena automatizovaná popř. manuální výroba navoleného produktu.

Dopravníkový systém musí být organizován tak, aby aktuálně nepoužívané dopravníkové platformy neblokovaly provoz dopravníkového systému.



Obr. 18 – Blokové schéma směrové orientace dopravníku a brzdných segmentů

3.5 Pracoviště manuální montáže č. 1, č. 2 a č. 3

Pracoviště manuální montáže č. 1, č. 2 a č. 3 budou plně vybavena a připravena z pohledu strukturované kabeláže, napájení, veškerých standardních komunikačních prvků, např. pro připojení modulů a vybavení asistované montáže, aplikaci rozšířené reality a v budoucnu plánovaného kolaborativního robotického systému na pracovišti manuální montáže č. 3.

K jednotlivým pracovištím musí být v integrovaném řešení přivedeny veškerá potenciálně využitelná média, např. zdroj pneumatiky. Pracoviště budou osazena pomocnými rozvaděčovými skříňkami s dostatečně dimenzovaným napájením, ethernet konektivitou a IP adresovanými konektory v dostatečném počtu.

Je požadována dodávka takového řešení, do kterého budou již ve fázi projektových příprav zhotovitelem jasně zapracovány veškeré požadavky konstrukčních, napájecích, komunikačních a datových rozhraní. To vše v plně funkčním provedení s plnou kompatibilitou a spolupracující s centrálním řídicím systémem komplexního řešení.

3.5.1 Pracoviště manuální montáže č. 1

Pracoviště manuální montáže č. 1 bude zajišťovat asistovanou manuální montáž. Manipulátor přepraví produktový kontejner do příslušného uzlu dopravníkového systému a umístí jej na dopravníkovou platformu. Tato platforma bude přesunuta na pracoviště manuální montáže č. 1. Následně bude dopravníkovým systémem dopravena na pracoviště manuální montáže č. 1 dopravníková platforma se založenou stavební Lego základnou. Pracoviště bude vybaveno systémem pro asistovanou montáž (ve formě SCADA vizualizačního rozhraní).

Tento systém bude operátora navádět při výkonu jednotlivých montážních operací. Tzn., operátor vezme z produktového kontejneru díl označený systémem pro asistovanou montáž a umístí jej do příslušné pozice na stavební Lego základně. Tato pozice bude rovněž indikována systémem pro asistovanou montáž.

Pracoviště bude vybaveno podružným rozvaděčem - viz 2.4.3.

SCADA systém (vývojová a runtime licence) a počítač typu PC, na kterých tento SW poběží, není součástí dodávky, budou poskytnuty objednatelem. Zhotovitel musí využít tyto komponenty, vytvořit veškeré vizualizační aplikace, integrovat je do pracoviště.

3.5.2 Pracoviště manuální montáže č. 2

Základní princip dopravy produktového kontejneru a stavební Lego základny bude totožný s pracovištěm manuální montáže č. 1. Operátor však bude naváděn pomocí prostředků rozšířené reality tzv. AR technologie. Technologie rozšířené reality nejsou součástí dodávky.

Pracoviště bude vybaveno podružným rozvaděčem - viz 2.4.3.

SCADA systém (vývojová a runtime licence) a počítač typu PC, na kterých tento SW poběží, není součástí dodávky, budou poskytnuty objednatelem. Zhotovitel musí využít tyto komponenty, vytvořit veškeré vizualizační aplikace, integrovat je do pracoviště.

Pracoviště bude obsahovat prostor pro odkládání brýlí pro rozšířenou realitu, jejich konektivitu a napájení, pro umístění a připojení NTB.

3.5.3 Pracoviště manuální montáže č. 3

Základní princip dopravy produktového kontejneru a stavební Lego základny bude totožný s pracovištěm manuální montáže č. 1. Toto pracoviště bude kompletně připraveno a vybaveno na budoucí osazení pracoviště kolaborativní robotickou jednotkou z pohledu napájení, připojení potřebných médií, komunikačních rozhraní apod.

Pracoviště bude vybaveno podružným rozvaděčem - viz 2.4.3.

SCADA systém (vývojová a runtime licence) a počítač typu PC, na kterých tento SW poběží, není součástí dodávky, budou poskytnuty objednatelem. Zhotovitel musí využít tyto komponenty, vytvořit veškeré vizualizační aplikace, integrovat je do pracoviště.

3.6 Stanice inspekční kontroly

Pracoviště testovací stanice inspekční kontroly pro otestování správnosti a funkčnosti výrobku. Vlastní testovací pracoviště není součástí dodávky. Zhotovitel musí zajistit přípravu pro implementaci stanice inspekční kontroly, a to zejména:

- Rezervování místa pro stanici inspekční kontroly v rámci struktury dopravníkového systému, viz Obr. 10.
- Přivedení veškerých energií, médií, komunikačních linek apod.
- Zajistit spolupráci stanice inspekční kontroly a SmartFactory.
- Přenos veškerých dat a naměřených údajů z testů do informačního systému SmartFactory.

3.7 Mobilní robotická jednotka

Mobilní robotická jednotka bude zajišťovat transport dílů a produktů mezi jednotlivými pracovišti. Mobilní robotická jednotka bude zejména převážet kontejner s díly po dekompozici do zadní části skladu, kde se provede zpětné naskladnění rozebraných dílů do úložných míst. Tímto procesem zpětného naskladnění dojde k dovedení výrobního procesu do uzavřeného cyklu viz Obr. 17. Dalším úkolem mobilní robotické jednotky bude transport dílu z pracoviště 3D tisku k založení do skladu.

Pořízení mobilní robotické jednotky zajistí objednatel.

Předmětem plnění zhotovitele bude plná integrace mobilní robotické jednotky do systému SmartFactory, aby vykonávala požadovanou funkci.

3.8 Subsystem 3D tisku

Subsystem 3D tisku bude sloužit k možnosti produkce vlastních dílů, které mohou být posléze součástí montovaných produktů. Vyrobené díly budou transportovány z pracoviště 3D tisku k založení do skladu pomocí mobilní robotické jednotky.

Pořízení subsystému 3D tisku zajistí objednatel.

Předmětem plnění zhotovitele bude plná integrace subsystému 3D tisku do systému SmartFactory, aby vykonával požadovanou funkci.

Přílohy

Příloha 1.1 – Technická specifikace

Příloha 1.2 – Specifikace robotických subsystémů

Příloha 1.3 – Specifikace subsystému řízení a ovládání

Příloha 1.4 – Technická zpráva

Příloha 1.5 – Situační výkresy

Příloha 1.6 – Virtuální návrh koncepce SmartFactory